

**VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NOS CÁLCULOS
DOS TEMPOS ALOCADOS PARA
AS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO**

Valdomiro Pinheiro de Lima Junior

VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NOS CÁLCULOS DOS TEMPOS ALOCADOS PARA AS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a
obtenção do título de **Mestre em Engenharia de
Produção** no **Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção** da
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 13 de Agosto de 2001




Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph. D.
Orientador



Prof. Carlos M. Taboada R., Dr.



Prof. Paulo Ogliari, Dr.

Dedico este trabalho a minha esposa,
aos meus pais e irmãos que, independentemente das circunstâncias,
participam da minha vida e me ensinam detalhes de coisas que não se
aprendem lendo livros ou assistindo aulas, mas sim sentindo.

Agradecimentos

Nenhuma pesquisa pode ser realizada de forma isolada. Há sempre a concorrência de vários fatos, seres e idéias que colaboram no decorrer deste processo. E, durante este período, muitos foram os que proporcionaram o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os envolvidos, meus sinceros agradecimentos.

A DEUS, pela oportunidade de viver e servir ao próximo. Por ensinar-me diariamente os verdadeiros valores da vida e me sustentar, principalmente, nos momentos em que o ser humano já não tem condições de fornecer respostas.

A minha esposa, Keyla, simplesmente por existir.

Ao Dom da criação que tudo permite e, através dele, a meus pais Valdomiro e Marilena.

A minhas irmãs, Juliana e Luciana, pelo apoio em todos os momentos.

Aos erros, graças a vocês sei que sou humano.

À idéia de “humanizar” a produção, que nada mais é do que um emaranhado de construções humanas na busca de sua compreensão e manutenção de nossa espécie, ou seja, de amor e liberdade.

Ao Professor Robert Wayne Samohyl, pela orientação e assistência fornecidas durante as atividades deste mestrado.

À Academia Universitária, especialmente à UFSC, cuja algumas lições tentei não aprender.

Aos meus companheiros desta jornada, Catapan, Jeann, Othon e Rogério, pelas idéias trocadas e pelos bons momentos de descontração.

Aos amigos de universidade e de profissão, Alex, Marquinho, Marcos Paulo, Nelson, Nunes, Odilon e Pupo, pois acredito que estejamos aprendendo a ser mais solidários uns com os outros e com o mundo.

Aos colegas cujos laços não são tão estreitos, mas nem por isso menores em importância, aos amigos de adolescência que mesmo hoje permanecem como verdadeiras descobertas: obrigado.

*“Um homem simples, humilde e cheio de sabedoria
nos faz ruído no ouvido dizendo a todo o momento
para que respeitemos o tempo, sejamos submissos à natureza
e nos deixemos guiar pelo amor e pela liberdade, ou seja, por Deus.”*

Keyla Charlise. Küster Lázaro

SUMÁRIO

Lista de Quadros.....	p. viii
Lista de Figuras.....	p. ix
Lista de Reduções.....	p. x
Resumo.....	p. xi
Abstract.....	p. xii
1 O PROBLEMA.....	p. 1
1.1 Introdução.....	p. 1
1.2 Formalização do Problema.....	p. 3
1.3 Objetivos.....	p. 4
1.3.1 Objetivo Geral.....	p. 4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	p. 4
1.4 Metodologia.....	p. 4
1.5 Justificativa da Pesquisa.....	p. 5
1.6 Limitações da Pesquisa.....	p. 6
2 A PRODUÇÃO.....	p. 8
2.1 Introdução.....	p. 8
2.2 Planejamento e Controle da Produção (PCP).....	p. 9
2.2.1 Conceito e Funções.....	p. 9
2.2.2 Previsões.....	p. 10
2.2.3 Requisitos de Material e Capacidade.....	p. 11
2.2.4 Programação da Produção.....	p. 11
2.2.5 Controle da Produção.....	p. 14
2.3 O Desenvolvimento Histórico dos Sistemas de Tempos Pré-determinados.....	p. 15
2.4 Posição dos Sistemas de Tempos Pré-determinados no Estudo do Trabalho.....	p. 17
2.5 O Histórico do Sistema MTM.....	p. 19
2.6 Desenvolvimento do Sistema MTM.....	p. 20
2.7 Sistemas Produtivos.....	p. 25
2.7.1 Otimização Versus Redução de Recursos.....	p. 26
2.7.2 Recursos.....	p. 28
2.7.3 Material.....	p. 29
2.7.4 Técnicas modernas de administração da produção e materiais.....	p. 30
2.7.5 Mão-de-obra.....	p. 36
2.7.6 Métodos para valoração da mão-de-obra.....	p. 38
3 FORMAS DE RELACIONAMENTO ENTRE OS RECURSOS HUMANOS E OS TEMPOS DE PRODUÇÃO.....	p. 42
3.1 Introdução.....	p. 42
3.2 Aspectos Relacionados à Execução das Tarefas Produtivas Através dos Movimentos.....	p. 43
3.3 Escala de Motivação dos Grupos de Trabalho no Tempo.....	p. 45
3.4 Posto de Trabalho.....	p. 46
3.5 Fluxo de Trabalho.....	p. 46
3.6 Seqüência de Trabalho.....	p. 47

3.7	Conceito de Tacto.....	p. 47
3.8	Folha de Trabalho Padronizado.....	p. 48
3.9	Folha de Trabalho Padronizado – Deslocamentos.....	p. 49
3.10	Definição e emprego do MTM.....	p. 50
3.10.1	Definição e emprego.....	p. 50
3.10.2	Limites do sistema MTM.....	p. 50
3.10.3	Os movimentos básicos MTM.....	p. 51
3.10.4	Valores Normais de Tempo MTM.....	p. 52
3.11	Os Movimentos Básicos na Seqüência de Movimentos Pegar-Posicionar.....	p. 53
3.11.1	Introdução.....	p. 53
3.11.2	O Grau de controle dos movimentos.....	p. 54
3.11.3	A Extensão do Movimento.....	p. 56
3.12	A Exatidão do Sistema MTM Considerando-se as Fases em que os Grupos se Encontram.....	p. 57
3.12.1	Introdução.....	p. 57
3.12.2	Desvio do Sistema.....	p. 58
3.12.3	O erro de aplicação.....	p. 59
3.12.4	Determinação do tempo padrão.....	p. 61
4	ATRIBUIÇÃO DE TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA REALIZAÇÃO DOS MOVIMENTOS E EXECUÇÃO DAS TAREFAS PRODUTIVAS E PROCESSOS.....	p. 65
4.1	Introdução.....	p. 65
4.2	Balanceamento da Linha de Montagem.....	p. 66
4.3	Quadro de Balanceamento.....	p. 66
4.4	Processos.....	p. 68
4.4.1	Gerenciamento do processo.....	p. 71
4.4.2	Controle de Paradas.....	p. 73
4.4.3	Lay-out.....	p. 75
4.4.4	Distribuição Padrão.....	p. 77
4.5	Modelo Proposto: A Execução das Análises MTM.....	p. 79
4.5.1	Introdução.....	p. 79
4.5.2	Análise executada.....	p. 79
4.5.3	Análise planejada.....	p. 85
4.5.4	Diagnóstico.....	p. 87
4.5.5	Apresentação do modelo.....	p. 87
5	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	p. 93
5.1	Considerações.....	p. 93
5.2	Recomendações.....	p. 98
5.2.1	Limitações do trabalho e dificuldades encontradas.....	p. 101
5.2.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	p. 102
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	p. 104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Princípios da Produção.....	p. 9
Quadro 2: Regras para a programação da produção.....	p. 14
Quadro 3 : Catálogos de valores por atividade produtiva.....	p. 24
Quadro 4 : Os cinco movimentos básicos MTM.....	p. 52
Quadro 5 : Composição do caso A do movimento “alcançar”.....	p. 59
Quadro 6 : Exemplos de tipos de seqüência para movimentos-padrão	p. 63
Quadro 7: Seqüência e Condições de Trabalho.....	p. 86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação Custos x Qualidade x Recursos Humanos sob a ótica da sistemática JIT.....	p. 34
Figura 2: Exemplo de uma “Folha de Rotina de Operação Padrão” para um segmento de processo de 10 posições.....	p. 40
Figura 3: Multifuncionalidade da mão-de-obra.....	p. 41
Figura 4 : Representação de fatores relacionados com os grupos de trabalho, distribuídos ao longo do tempo e por fase.....	p. 45
Figura 5 : Postos de Trabalho distribuídos num setor de montagem final de acabamentos.....	p. 46
Figura 6 : Ilustração de um tacto na linha de montagem em questão...	p. 48
Figura 7 : Quadro de Balanceamento para duas versões ou modelos..	p. 67
Figura 8: Seqüência para identificação de possibilidades de melhorias nos processos.....	p. 73
Figura 9: Fluxograma de Controle de Paradas.....	p. 75
Figura 10: Fluxograma de avaliação e definição de lay-out.....	p. 77
Figura 11: Fluxograma da Distribuição Padrão.....	p. 78
Figura 12: Fluxograma para otimização de recursos.....	p. 88
Figura 13: Relação entre as fases do grupo e a atuação da liderança na busca dos objetivos.....	p. 92

LISTA DE REDUÇÕES

Siglas

CIF	Custos indiretos de fabricação
DMTM-V	Associação Alemã de MTM
EUA	Estados Unidos da América
FTP	Folha de Trabalho Padronizado
FTPD	Folha de Trabalho Padronizado – Deslocamentos
GPD	General Purpose Data
JIT	Just in Time
LMS	Lowry, Maynard e Stegemerten (método)
MOD	Mão-de-obra
MP	Matéria-prima
MTA	Motion Time Analysis
MTM	Methods-Time Measurement
PCP	Planejamento e Controle da Produção
SD	Standard Daten
TMU	Time Measurement Unit

RESUMO

Uma empresa de manufatura, normalmente, trabalha com recursos escassos e, sendo assim, há uma grande preocupação em utilizar ao máximo estes recursos. Nesta questão, a integração entre o dimensionamento matemático ou acadêmico e o prático ou social dos tempos envolvidos nos processos aparece como um importante papel, o de facilitar e possibilitar a máxima utilização dos recursos sem nenhuma perda destes, como seria no caso de atribuir coeficientes de correção e variáveis de comportamento humano na utilização do modelo.

No quadro das técnicas para determinação de tempos, os sistemas de tempos pré-determinados ocupam hoje, ao lado do estudo de tempos, uma posição primordial. O tempo de execução de uma atividade, considerando a mesma tarefa, com aptidão e com operatividade, depende exclusivamente do método empregado. Sabemos hoje, que esta é uma “visão mecanicista”, pois as influências que resultam, por exemplo, da motivação do ser humano, das influências ambientais ou das características do objetivo do trabalho, estão excluídas dessa consideração. É certo, no entanto, que o método empregado representa uma importante grandeza de influência. Observando a estrutura do tempo concedido, conclui-se que os sistemas de tempos pré-determinados encontram uma utilização tanto maior quanto maior for a parcela de tempos influenciáveis pelo homem.

Num contexto da aplicação prática de um Sistema de Produção, o conceito dos tempos pré-determinados produtivos e improdutivos é relevante e comparável ao conceito de JIT. Dessa maneira, o presente trabalho tem como preocupação central enfatizar a importância da variável tempo para a gestão dos sistemas de produção, partindo-se da problemática da sincronização do fluxo de materiais ao longo do tempo e do espaço, bem como da relação entre as atividades em que os recursos humanos são envolvidos. Neste contexto, ressalta-se a relevância do tacto na gestão da produção em diferentes aspectos. Nuances relativas à flexibilidade também são destacadas. Os pontos conceituais que marcam a lógica da utilização do conceito de tacto, a partir da sincronização da produção, permitem identificar os limites de aplicação da sistemática, pois tanto os tempos quanto os recursos humanos propriamente ditos estão diretamente relacionados ao gerenciamento dos sistemas produtivos tendo como eixo central a ótica da “função processo”.

O que se pretende é mostrar a viabilidade da alocação de tempos improdutivos mais longos que os usuais, mas que implicarão numa melhor distribuição das atividades e, conseqüentemente, numa estabilidade maior do sistema de produção, auxiliando na melhoria da distribuição dos recursos, tendo como pano de fundo uma parte de uma linha de montagem de uma indústria automobilística.

Palavras-chave: recursos, tempos, processos, cliente e recursos humanos.

ABSTRACT

Manufacturing companies usually deal with low and specific resources and for these reasons, they really care about using them to ensure low cost and correct delivery time to their customers. At this time, the integration between mathematics or academic and pragmatic or social process time definition has an important position: considering human coefficients in time analysis variables.

In the field of the time measurement methods, the pre-defined time systems are, beside their own nature, are one of the more important. An activity execution time, considering personnel productivity, capacity and ability, depends unique on the chosen method. Now a days, it is quite a "mechanist point of view" because human motivation, environment or task goals. Taking the structure of the time system, we can conclude that the pre-defined systems are more used the more portions of manual tasks we have.

The objective concept of a Production System, the pre-defined productive or non-productive time concept is even more important than the JIT concept. Because of that, this text aims at clarifying, as much as possible, the importance of the time variable in managing the production systems, starting on the synchronization of the material flow during the process and the manual activities. At his time, concept of the "takt" is a basic reference. Flexibility faces are also important: production, mix, volume and delivery time. Both time and human resources are deeply related to production system management.

The main point is showing the possibility to add higher non-productive times, which will help in better activities distribution and, for sure, in a better production system stability, increasing the resources consumption. All of that, using part of a vehicle manufacturer industry production line as a base for this study, where the takt time is defined by the market demand.

Finally, the relations between productive and non-productive manufacturing time definition and their contribution to the process improvement are analyzed.

Key words: resources, times, processes, customers and human resources.

1 O PROBLEMA

1.1 Introdução

As atividades de produção constituem a base do sistema econômico de uma nação, uma vez que elas são responsáveis diretas pela transformação dos recursos de capital, materiais e humanos em bens e serviços de maior valor (Monks, 1985).

O avanço tecnológico possibilitou o aperfeiçoamento da mão-de-obra e dos sistemas produtivos. A partir de 1950, na medida em que os computadores tornaram-se economicamente viáveis e as técnicas de pesquisa operacional, que são destinadas a resolver problemas administrativos de natureza complexa e requerem a criação de um modelo matemático (Machline, C. et al., 1977), começaram a surgir, a indústria ingressou numa era de automação sem precedentes. Da segunda metade do século XXI em diante, a perspectiva é de que cerca de 80% da força de trabalho estará empenhada em atividades que não incluem fabricação. Com isso, os sistemas de produção de alta tecnologia desempenharão um importante papel.

Portanto, quando se fala em tempos produtivos e improdutivos em uma linha de montagem final, fala-se, necessariamente, em pessoas executando tarefas oriundas de antecedentes humanos ou mecânicos (máquinas/robôs).

Adicionalmente, essas tarefas possuem, entre a sua concepção e o seu resultado final, uma interface com algum tipo de gerência ou coordenação.

Sendo assim, há que se analisar a fundo os fatores que influenciam na utilização do tempo por parte das pessoas que executam tais tarefas e assim poderemos determinar os tempos produtivos e improdutivos para realização dessas tarefas.

Por essa definição, pode-se observar que um gestor de produção é responsável pelo planejamento, organização e controle das atividades de transformação. Para realizar essas atividades de transformação, ou seja, reunir e transformar os recursos, é conveniente valer-se de alguma tecnologia. Em geral, a tecnologia empregada proporciona o aumento da produtividade, que é a medida da eficácia do uso de recursos para produzir bens e serviços.

É fácil perceber que nesta tarefa o gestor de produção se vê diante de muitos processos de decisão que implicam no andamento da produção. Dependendo da decisão tomada pelo gestor, poderá a produção atender os objetivos apresentados pela empresa ou não. O mais lesado num possível erro na tomada de decisão é o cliente e, em consequência, a empresa num todo. E é tentando oferecer ao gestor de produção uma visão mais integrada para que suas tomadas de decisão aproximem-se do ideal apresentado pela empresa que esta pesquisa estudou fatores de dimensionamento de tempos de

realização das atividades, baseada em agentes que buscam integrar o sistema de produção.

1.2 Formalização do Problema

A gestão dos sistemas de produção vem apresentando grande necessidade de integração com o elemento “homem”. Nesta pesquisa será estudada a maneira como estão combinados os tempos produtivos e improdutivos no dimensionamento das atividades de produção e sua origem baseada em históricos técnicos e sociais como forma de possibilitar e viabilizar essa integração, tomando como cenário da captação de dados, e também de sua aplicação prática, a porção de uma linha de montagem de acabamentos e testes finais de uma indústria automobilística.

Dimensionar os tempos produtivos e improdutivos de produção quando os recursos não são limitados e as pessoas estão idealmente habilitadas é uma tarefa razoavelmente fácil. Porém, quando estes se encontram em algum tipo de desequilíbrio, torna-se uma tarefa árdua, que possui sérias implicações. O que se pretende é mostrar a viabilidade da alocação de tempos improdutivos mais longos que os usuais, mas que implicarão numa melhor distribuição das atividades e, conseqüentemente, numa estabilidade maior do sistema de produção, auxiliando na melhoria da distribuição dos recursos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar estratégias de cálculo do dimensionamento dos tempos produtivos e improdutivos, baseadas no modelo MTM, e suas influências num sistema de produção de veículos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Relatar os modelos contemporâneos sobre sistemas de produção baseados no binômio homem/máquina e em agentes referentes à sua área de aplicação; apresentar a viabilidade da utilização de variáveis organizacionais juntamente com as tecnológicas, como abordagem ao problema de dimensionamento dos tempos das atividades integrados à gestão dos sistemas de produção e, finalmente, definir os agentes e seus desempenhos no contexto da manufatura.

1.4 Metodologia

Este estudo se constitui numa pesquisa exploratória, com base em levantamento bibliográfico e apresentação de um modelo. Modelo este, que reúne um conjunto de dados, que descrevem uma fase específica do processo

de gestão de um sistema de produção: o do dimensionamento dos tempos das atividades, em suas várias relações com o ambiente de manufatura.

Esta pesquisa está dividida em cinco capítulos. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre as atividades da produção e suas variáveis e conceitos. O terceiro capítulo apresenta as formas de relacionamento entre os recursos humanos e os tempos de produção, quando estes últimos consideram, apenas, fatores técnico-produtivos no seu dimensionamento quando, em uma linha de produção de uma indústria automobilística, principalmente na porção que se refere à montagem de acabamentos e testes finais, a influência completa do ser humano é latente. O quarto retrata o modelo proposto para determinação dos tempos de produção envolvidos nos processos. O quinto capítulo apresenta as conclusões a que a pesquisa chegou, recomendações e sugestões para pesquisas futuras. Por fim, as referências bibliográficas utilizadas no decorrer da pesquisa.

1.5 Justificativa da Pesquisa

As áreas de Recursos Humanos, entre outras, nas empresas, têm encontrado uma série de recursos que qualificam satisfatoriamente seus desempenhos no aspecto homem/ambiente ou homem/produção. Porém, na gestão de manufatura, esta ainda não é uma realidade. Há muitos sistemas que auxiliam, mas que não compreendem uma integração da gestão da manufatura com a

gestão dos indivíduos que estão envolvidos. Nos sistemas de produção, onde as decisões possuem um certo imediatismo, existe o risco de não se fazer o melhor dimensionamento ou planejamento. Esta decisão tem ação direta sobre o conceito da empresa frente a seus clientes, uma vez que podem ocorrer atrasos, e outros problemas conseqüentes, além de influenciar diretamente nos recursos financeiros da empresa.

Baseado nestas características, o estudo do dimensionamento dos tempos aliado à tecnologia, apresenta uma melhor eficácia para a gestão da manufatura, além de ser de grande importância para o meio acadêmico e profissional. Para tanto, nesta pesquisa, será estudado tal dimensionamento de tempo baseado em agentes como meio de integrar a gestão da manufatura.

1.6 Limitações da Pesquisa

Esta pesquisa não integra toda a gestão da manufatura, mas apresenta a viabilidade da integração na programação da produção. Também não é fornecida nenhuma fórmula para melhorar o seqüenciamento da programação da produção e sim uma primeira abordagem ao tema integração da gestão da manufatura com a tecnologia dos agentes propostos. Os agentes desenvolvidos não são capazes de aprender, nem de reagir com o meio ambiente, o que não impede a integração. O modelo proposto não inclui uma

linguagem que permita uma negociação entre todos os agentes da sociedade e do campo da manufatura e destes com o meio ambiente.

Além disso, esta abordagem faz uma introdução à consideração que se deve ter ao comportamento humano num sistema de produção, porém não demonstra dados suficientes para esta análise.

2 A PRODUÇÃO

2.1 Introdução

Toda indústria deve realizar duas tarefas, pelo menos: produzir e comercializar o que produz. Além disso, incluindo uma terceira tarefa, deve financiar a produção e sua comercialização (Mayer, 1984).

Os principais objetivos dos sistemas de cálculo de necessidades são permitir o cumprimento dos prazos de entrega com a mínima formação de estoques, planejando as compras e produção de itens componentes, para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias (Correa e Giansesi, 1993).

Como princípio básico, considera-se o cálculo das necessidades, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos da manufatura (materiais, pessoas, equipamentos, etc.), para que se cumpram os programas de entrega de produtos com o mínimo de formação de estoque. Este cálculo é feito a partir das necessidades dos produtos finais. Para tanto, é necessário que no nível da fábrica, aumente-se o fluxo de materiais e, ao mesmo tempo, reduzam-se os estoques e as despesas operacionais. A seguir, o Quadro 1 apresenta alguns princípios:

Quadro 1: Princípios da Produção

Núm.	Princípio
1	Balancear o fluxo e não a capacidade.
2	A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema.
3	A utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.
4	Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global.
5	Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem.
6	O lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento.
7	O lote de processamento deve ser variável e não fixo.
8	Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema todo, mas também definem seus estoques.
9	A programação de atividades e capacidade produtiva devem ser consideradas simultâneas e não seqüencialmente. Tempos de suprimentos são um resultado da programação e não podem ser assumidos a priori.

Fonte: adaptação do OPT (1996)

Cada técnica apresentada procura coordenar, senão todas, pelo menos as atividades de transformação mais importantes. Entre elas, cita-se o Planejamento e Controle da Produção.

2.2 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

2.2.1 Conceito e Funções

O Planejamento e Controle da Produção consiste, essencialmente, em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo

produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa (Zaccarelli, 1987).

O planejamento da produção determina como, com que, e a que custo o produto deverá ser manufaturado, fornecendo os dados básicos para o estabelecimento de programas de produção por meio das seguintes instruções: roteiro da produção, detalhes de cada operação produtiva, padrões de tempos operacionais, ferramentas necessárias e estimativas.

2.2.2 Previsões

As previsões são avaliações de ocorrências de eventos futuros incertos. Seu objetivo básico é usar a melhor informação disponível para dirigir atividades futuras para as metas de empresa. O PCP interessa-se, principalmente, pela previsão de demanda. Uma boa previsão permite aos gerentes planejar níveis adequados de pessoal, matéria-prima, capital, estoque, entre outros. Desse planejamento resulta um melhor uso de capacidade e melhor atendimento ao cliente, por exemplo. Quando uma empresa não está apta a prever, ela corre o risco de não suportar as alterações bruscas do ambiente empresarial (Monks, 1985). Há vários métodos de previsões. Entre eles pode-se citar o método de opiniões coletivas, de indicadores econômicos e séries temporais, por exemplo.

2.2.3 Requisitos de Material e Capacidade

O planejamento de requisito de materiais determina a quantidade e o tempo para aquisição de itens de demanda necessários para satisfazer os requisitos da produção.

O planejamento de requisito de capacidade determina que pessoal e capacidades de equipamento são necessários para atender os objetivos da produção incorporados no programa-mestre de produção. O planejamento de material e capacidade traduz as decisões em horas de capacidade (tempo) necessárias.

2.2.4 Programação da Produção

A programação da produção pode ser definida como a alocação de recursos disponíveis num tempo que melhor satisfaça algum conjunto de critérios (Graves, 1981). Tipicamente, a programação da produção envolve um conjunto de tarefas a serem executadas, e o critério para dispor estas tarefas nos recursos disponíveis.

Os objetivos da programação da produção são os de organizar as tarefas da unidade de trabalho, de modo que, todas as ordens sejam entregues no prazo e com custo mínimo (Harding, 1974).

A programação da Produção, baseada em um plano de produção, é a determinação de quanto e quando algo deve ser produzido. Pode-se descrever alguns objetivos essenciais, como: entregar os produtos fabricados nas datas estabelecidas; garantir que toda matéria-prima esteja disponível quando os setores produtivos requisitarem-na; distribuir a carga de trabalho total para maximizar o resultado econômico de utilização de equipamentos e de pessoal produtivo; prever e evitar gargalos de produção; prever ociosidade e capacidade inproveitada; seqüenciar a produção; estabelecer um plano de produção e de aquisição de materiais.

O plano de produção fornece algumas previsões sobre a demanda das horas de trabalho e consumo de material, em um período, que coloca à disposição informações importantes para que a administração possa decidir sobre questões como datas de entrega, aquisição de equipamento adicional, alterações no nível de estoque, contratação ou demissão de pessoal, previsão orçamentária, entre outras. Ele consiste em, considerando a previsão de vendas ou as vendas, a capacidade produtiva da fábrica e a política administrativa, fixar quanto será produzido em cada período, em termos de produtos finais, sem se preocupar com detalhes. O plano de produção pode ser entendido, também como o programa-mestre.

O problema de programação de produção ocorre sempre que diferentes processos disputam recursos limitados: que atividade deve ser realizada a cada instante por equipamento, individualmente, de maneira a assegurar o

atendimento dos pedidos na data prevista, ao menor custo (Walter, 1989)? Para a maximização da produção é necessário que se utilizem, ao máximo, os recursos que a manufatura possui, não desperdiçando tempo ocioso em máquinas durante a troca de um processo para outro nem alocando erroneamente os processos nas máquinas, de forma a apresentar folgas.

Possuir um programa detalhado sobre uma tarefa específica em um equipamento específico num determinado tempo futuro é difícil e sujeito a muitos equívocos, principalmente quando programado por suposição, o que se torna impraticável. Mas é importante tentar planejar a sequência na qual as diferentes operações são executadas em cada máquina. Há muitas pesquisas realizadas com o intuito de otimizar a tarefa de programar toda uma produção, projetando-a para um futuro variável. Entre elas, pode-se citar algoritmos genéticos, têmpera simulada e outras (Gauthier, 1993 - López, 1996). Como alternativa, sem otimização, há uma série de regras que podem ser empregadas. Pode-se observar algumas delas no quadro 2.

Quadro 2: Regras para a programação da produção

Núm.	Regras para a programação da produção
1	Primeiro que entra, primeiro que sai;
2	Programar primeiro os produtos com datas de término previstas mais próximas;
3	Programar primeiro os produtos com maior número de operações;
4	Programar primeiro os produtos com maior soma de tempos de operação;
5	Programar primeiro os produtos com a primeira operação mais curta seguida pela operação mais longa;
6	Programar em sequência todos os produtos que usam uma mesma família de ferramentas;
7	Programar em sequência todos os produtos feitos do mesmo material;
8	Programar por último os produtos com uma só operação;
9	Programar por último os produtos com duas operações em que a última é mais curta que a primeira.

2.2.5 Controle da Produção

O Controle da Produção compreende o acompanhamento para garantir que todas as providências solicitadas estejam em execução dentro dos prazos e quantidades previstas. A ação do controle da produção está muito ligada à correção de desvios (Cardoso, 1989).

Controlar a produção implica guiar e regular as atividades de decisões e ações. Na maioria das indústrias, o interesse é controlar a realização do plano de produção, as datas de término e as quantidades produzidas. O controle do plano de produção é realizado comparando os trabalhos programados e os que foram realizados.

Não se deve entender que o controle exista para apontar erros. Ele apresenta a característica de acertar o que foi identificado como falha ou problema, de forma a colaborar com todo o processo produtivo.

Pode-se citar alguns tipo de controle, como, o Controle Visual, o Controle Global, o Controle por exceção e o Autocontrole. Além do apresentado, o controle pode ser incumbido de coletar, organizar e apresentar dados sobre outros aspectos de processo produtivo, como, por exemplo, quanto à mão-de-obra, quanto às máquinas, quanto ao material, quanto ao processamento (Cardoso, 1989).

2.3 O Desenvolvimento Histórico dos Sistemas de Tempos Pré-determinados

No ensino metodológico do estudo do trabalho os sistemas de tempos pré-determinados são definidos como processos com os quais podem ser determinados tempos teóricos para a execução de elementos de atividades totalmente influenciáveis pelo ser humano. Da utilização dos sistemas de tempos pré-determinados resultam referências importantes para a formação de lugares de trabalho e métodos de trabalho.

Impulsos importantes para o desenvolvimento dos sistemas de tempos pré-determinados partiram de F. W. Taylor (1856-1915) e, especialmente, de F.B.

Gilbreth (1868-1924). Gilbreth descobriu que o tempo de execução de uma atividade, considerando a mesma tarefa (produtividade), com aptidão (habilidade) e com operatividade (esforço) por parte das pessoas envolvidas no processo de trabalho dentro de limites corretos depende exclusivamente do método empregado. Sabemos hoje, que esta é uma “visão mecanicista” (Capra, 1997), pois as influências que resultam, por exemplo, da motivação do ser humano, das influências ambientais ou das características do objetivo do trabalho estão excluídas dessa consideração. É certo, no entanto, que o método empregado representa uma importante grandeza de influência. Ao filmar numerosas seqüências de movimentos, Gilbreth observou que os movimentos humanos se deixam reduzir a 17 elementos de movimentos que ele denominou, pela inversão de seu nome, Therbligs. Estes foram os precursores dos movimentos básicos de MTM.

Gilbreth e seus colaboradores realizaram, com auxílio desses Therbligs, estudos sobre os movimentos para encontrar métodos para execução do trabalho que levassem aos menores tempos de realização. Ao mesmo tempo tentava-se eliminar todos os Therbligs que não contribuíssem para o progresso do trabalho. A análise dos movimentos era feita para a mão direita e esquerda. Por isso, essa forma de análise dos movimentos humanos era denominada como análise bi-manual.

Os pontos fracos do estudo dos movimentos se encontravam, em princípio, no fato de que não se podia relacionar tempo com movimentos e assim, avaliar

alternativas de método. Isto conduziu finalmente ao desenvolvimento dos sistemas de tempos pré-determinados que são um desenvolvimento adicional do “futuro estudo dos movimentos” na medida em que eliminaram seus pontos fracos, permitindo relacionar tempos de execução com os movimentos analisados, ou seja, avaliar, qualitativamente. Assim Segur, um colaborador de Gilbreth, desenvolveu, nos anos de 1919 a 1924, o primeiro sistema de tempos pré-determinados, MTA (Motion Time Analysis). Os sistemas de tempos pré-determinados servem para a descrição de procedimentos (de trabalho) e a associação de valores de tempo (pré-determinado) aos procedimentos descritos.

2.4 Posição dos Sistemas de Tempos Pré-determinados no Estudo do Trabalho

Os sistemas de tempos pré-determinados e especialmente o Sistema MTM, ganharam importância crescente a partir de 1960 na Alemanha. Enquanto, até mais ou menos 1970, serviam principalmente como meios auxiliares para a estruturação do trabalho, são hoje, graças à grande quantidade de dados standard MTM à disposição dos usuários, utilizados de modo crescente também para a determinação de tempos padrão.

É possível, também, determinar tempos distributivos com auxílio de tempos pré-determinados, mas prepondera aqui a utilização de outras técnicas de

obtenção de dados, como o estudo de tempos e o registro de amostras do trabalho.

Observando a estrutura do tempo concedido conclui-se que os sistemas de tempos pré-determinados, encontram uma utilização tanto maior quanto maior for a parcela de tempos influenciáveis pelo homem. A observação dos tipos de tempo dá uma idéia das possibilidades de utilização dos sistemas de tempos pré-determinados e que constituem, as formas da “Atividade Humana”.

Na síntese do tempo (determinação do tempo padrão) determina-se, através dos tempos pré-determinados, parcelas de tempo que indicam a posição dos sistemas de tempos pré-determinados no estudo do trabalho. Eles são completados com o auxílio de outros sistemas.

No quadro das técnicas para determinação de tempos, os sistemas de tempos pré-determinados ocupam, hoje, ao lado do estudo de tempos, uma posição primordial.

O uso específico dos sistemas de tempos pré-determinados para a estruturação do trabalho resulta do tipo de descrição da execução do trabalho, na forma de elementos de movimentos codificados, que explicam o “valor do tempo” dos elementos de movimentos observados. Além disso, o emprego de sistemas de tempos pré-determinados dá uma visão detalhada e crítica da execução do trabalho e chama a atenção para as grandezas de influência.

2.5 O Histórico do Sistema MTM

No ano de 1940, os pesquisadores do estudo do trabalho, os americanos H. B. Maynard, J. L. Schwab e G. J. Stegemerten participaram de um trabalho de assessoria na firma “Methods Engineering Council”, em Pittsburg, Pensylvania (EUA). Pesquisava-se então dados básicos do sistema MTM que, nos anos subsequentes, viriam a ser complementados e comprovados no ambiente industrial. No ano de 1948 ocorria a publicação da revista “Factory Management and Maintenance”. No mesmo ano surgia o livro “Methods-Time Measurement”, no qual se encontravam publicadas as bases do sistema MTM.

Os sistemas mais complexos baseados no sistema MTM, desenvolvidos nos anos 60, como por exemplo os Valores Básicos MTM, fundamentam-se em princípios formulados pelos responsáveis pela sua elaboração, que visam atender as seguintes exigências:

- a) O sistema deve ser aplicável a todos os ramos de atividade econômica;
- b) O sistema deve ser facilmente compreendido por todos e sua aprendizagem deve dispensar a exigência de conhecimentos específicos como pré-requisito;
- c) O sistema deve ser estruturado de tal forma que o tempo de execução para um determinado método “seja consequência desse método”;
- d) O procedimento deve ser utilizado internacionalmente de modo uniforme.

No dia 18 de outubro de 1962 empresários alemães fundaram a Associação Alemã MTM (DMTM-V) que, a 3 de fevereiro de 1963 foi protocolada no Registro de Associações do Tribunal de Comarca de Frankfurt. De conformidade com o parágrafo 2 de seu Estatuto, a finalidade principal da DMTM-V consiste em: “servir ao estudo do trabalho e ao estudo de tempos, divulgando especialmente o sistema de tempos pré-determinados, que foi desenvolvido nos EUA, sob o título de “Methods-Time Measurement (MTM)”, bem como, promover sua correta e uniforme utilização prática”.

No ano de 1965, foram publicados os Valores Básicos e os Valores Universais, com o que foi introduzido um processo intenso para o desenvolvimento de dados standard. Os dados standard da DMTM-V são hoje, provavelmente, o maior cadastro de tempos planejados extra-empresa do mundo ocidental.

O procedimento MTM é constantemente aperfeiçoado. Assim, foram obtidos, por exemplo, nos últimos anos, através de intensivos trabalhos de pesquisa, novos conhecimentos a respeito do elemento de movimento premir .

2.6 Desenvolvimento do Sistema MTM

O total de dados que levaram ao desenvolvimento do sistema MTM, se encontra arquivado na Universidade Michigan em Ann Arbor (EUA), bem como, no Conselho de Pesquisa Maynard, em Pittsburg, Pensylvania (EUA) e podem

ser consultados pelos interessados. Eles formaram as bases para as pesquisas realizadas nos anos cinqüenta e sessenta pela Associação Americana de MTM para Padrões e Pesquisa. Ao lado da obra de Maynard, Schwab e Stegemerten, "Methods-Time Measurement", publicada em 1948, os relatórios de pesquisa sobre as pesquisas básicas representam o "Material Original" do Sistema MTM.

Para delimitar entre si os movimentos básicos, e pesquisar o tempo necessário para cada movimento básico, foi filmada grande quantidade de postos de trabalho industriais. Através da contagem dos quadros pertencentes a cada movimento (velocidade do filme de 16 quadros/segundo) foram pesquisados os tempos efetivos. O modo de proceder na pesquisa de dados está detalhadamente descrito no ensaio de Maynard, Schwab e Stegemerten, em 1948. No caso de outros movimentos, como por exemplo, andar, os tempos efetivos foram pesquisados com auxílio da câmara lenta. A dispersão de tempos resultante da dispersão operacional interpessoal foi compensada com auxílio de um processo americano de avaliação do grau de rendimento, o sistema LMS. Esse sistema, também conhecido como "sistema de nivelamento", recebeu seu nome das iniciais dos seus autores (Lowry, Maynard, Stegemerten). O rendimento normal de 100% é definido no sistema LMS como o "correspondente ao trabalho de um ser humano medianamente treinado que pode executar esse trabalho, por longo tempo, sem se cansar".

O nivelamento, em 100%, que a avaliação do grau de rendimento estabeleceu é consequência de uma série de experiências práticas nas empresas, e foi obtido do seguinte modo: "Tempo efetivo conforme filme de análise ou câmara lenta vezes o Grau médio de rendimento LMS, da série de experiências de avaliação, é igual ao Rendimento normal MTM".

Os tempos normais de acordo com o rendimento MTM foram então, com auxílio de procedimentos estatísticos, especialmente cálculos baseados nas grandezas de influência, trabalhados para compensar as dispersões relativas aos valores obtidos pela medição direta dos tempos.

Disto resultou a tabela de valores de tempo padrão MTM que, desde sua primeira edição, só foram ligeiramente alterados em função de resultados de novas pesquisas, a 01.01.1973, quando da redefinição do movimento básico-premir.

De resto, o sistema básico MTM é a base para um grande número de desenvolvimentos de dados standard, dos quais os mais conhecidos são descritos a seguir:

MTM – GPD: Sob o patrocínio da Associação Americana de MTM, foram desenvolvidos e publicados nos EUA, os MTM – General Purpose Data.

MTM – SD: Da parte da Associação Alemã MTM, foram desenvolvidos os MTM – Standard Daten e divulgados, desde 1965, nos países de língua alemã, onde se impuseram como o único Sistema de Dados Padrão.

Os MTM – SD existem em diversos graus de complexidade (níveis de estrutura) que evidentemente são comparáveis a diversos tamanhos de blocos de construção. Eles foram traduzidos para numerosas línguas estrangeiras.

MTM-2: foi desenvolvido pela Associação Sueca de MTM e é muito utilizado na Escandinávia e na Grã-Bretanha. O MTM-2 não conseguiu aceitação na Alemanha, por não oferecer estruturação vertical com o MTM-SD.

MTM-3: representa uma condensação de MTM-2.

Um atestado da aplicação do sistema MTM em áreas específicas são os Valores para Áreas Distintas (MTM) e os Catálogos de Valores de Aplicação Única (MTM) que estão estruturados sobre o Catálogo de Valores Básicos MTM e o Catálogo dos Valores Polivalentes (universais).

Em meados de 1978, existiam os Catálogos de Valores – Tipo de Fabricação e de Valores de Aplicação Única.

Quadro 3: Catálogos de valores por atividade produtiva

<p>Área Burocrática:</p> <p>Dados gerais para escritório Dados para escritório – Escrita a máquina Dados para escritório – Cartões perfurados e coleta de dados Dados para escritório – Copiadoras Dados para escritório – Dados para cada função</p> <p>Indústria da Costura:</p> <p>Costurar a máquina Coleta de dados – Corte</p> <p>Montagem:</p> <p>Montar – Aparafusar Montar – Peças-padrão Montar – Soldar Montar – Presilhar Montar – Circuito impresso Montar – Chicote Montar – Ranusear peças Técnica de ligação – Trabalhos de solda a projeção</p> <p>Estaleiros:</p> <p>Construções de navios – 2 volumes</p>	<p>Construções de Máquinas e Ferramentas:</p> <p>Medir e controlar Usinagem – 2 volumes Furação radial /Furadeiras radiais Aplainamento de pequeno curso / Plainas de pequeno curso Furadeiras de mesa e coluna</p> <p>Manutenção:</p> <p>Dados básicos – 3 volumes Dados para serralheria Dados para eletricitas: Reparação e instalação – 2 volumes Construção de instalações hidráulicas</p> <p>Áreas Diversas:</p> <p>Trabalho em superfícies Transportar e Armazenar Embalar</p> <p>Moldagem livre de aparas:</p> <p>Técnica de Estamparia – Colocação de peças na máquina Técnica de Estamparia – Com bobinas Técnica de Estamparia – Recorte de platinas</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Traduzido de: VERLAG, Carl Hanser. "Verband für Arbeits Studien, Band 1 bis 6: Grunlagen, Datenermittlung, Arbeitsgestaltung, Anforderungsermittlung, Lohndifferenzierung und Arbeitsunterweisung". Editora Refa – EV, Munique, 1976.

Dessa maneira, seguidos das formas de planejamento e controle da produção bem como das várias formas de alocação de tempos para as atividades e, partindo-se do princípio de que cada manufatura utiliza algum sistema produtivo para realizar suas atividades de transformação, segue a abordagem dos Sistemas Produtivos.

2.7 Sistemas Produtivos

Os tipos de produção podem ser identificados pelas características operacionais, e não pelo produto acabado conforme López e Cury (1996).

Na produção intermitente, o arranjo físico é conhecido como funcional ou por processo em função dos equipamentos e as habilidades dos trabalhadores estarem agrupados. Este tipo de produção pode ser dividido em duas áreas: por encomenda e em lote. Na produção por encomenda, agregam-se materiais, partes e componentes, a fim de fabricar, montar ou vender uma peça do equipamento ou do sistema de produção. Na produção por lotes, fabrica-se um produto em lotes, através de uma seqüência de operações, sendo cada uma delas executadas no lote inteiro, antes que qualquer operação subsequente seja iniciada.

Na produção contínua, os equipamentos executam continuamente as mesmas operações e o material se move com pequenas interrupções entre uma e outra máquina até chegar ao estoque de produtos acabados. Neste tipo de produção encontram-se a Contínua Pura e em Massa. Na Contínua Pura existe uma só linha de produção e os produtos finais são todos exatamente iguais. Neste caso encontram-se a indústria do petróleo e derivados, energia elétrica, produtos químicos, usinas de açúcar e álcool, papel, aço, entre outras. Na produção contínua em massa ocorre a fabricação, em larga escala, de poucos produtos com grau de diferenciação relativamente pequeno. É o caso das

indústrias de automóveis, geladeiras, fogões, por exemplo. A produção contínua em massa pode ser chamada de Massa Pura quando existe uma linha ou conjunto de equipamentos específicos para um produto final, e de Massa com Diferenciação quando adaptações em uma linha permitem a fabricação de produtos com algumas diferenças entre si. Por exemplo, a produção de livros requer o mesmo processo produtivo, porém existe uma diversidade de livros que requer adaptações das máquinas. Na produção por projetos, a finalidade é atender uma necessidade específica dos clientes, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. Cada projeto é um produto único. Neste tipo de processo encontram-se a produção de navios, aviões, grandes estruturas.

Dependendo do sistema produtivo, a indústria poderá empregar técnicas de produção permitindo seguir uma filosofia que auxilie a coordenar as diversas fases do sistema de manufatura. Mundialmente, existem várias técnicas de produção que norteiam, filosófica e operacionalmente, a tarefa de produzir. A seguir apresentam-se algumas das técnicas de produção com suas variáveis importantes utilizadas nas indústrias.

2.7.1 Otimização Versus Redução de Recursos

Otimização de recursos nada mais é que produzir mais, com o mínimo de desperdício, implicando em maior lucro e maior satisfação dos clientes. Em outras palavras, trata-se de utilizar os recursos existentes, como mão-de-obra,

materiais, equipamentos, tempo, espaço, entre outros, da melhor forma possível. Já a simples redução de custos não exige, normalmente, investimentos, desembolsos, nem prazo de maturação: é quase sempre "deixar de gastar".

Outra definição: aproveitar ao máximo a capacidade de alguém ou de alguma coisa, ou seja, utilizar ao máximo determinado recurso (humano, físico e financeiro). Sob o aspecto de processo, sabemos que a otimização não atinge tal máximo mencionado, mas buscamos com esta ferramenta o melhor rendimento possível para nosso processo ou serviço. Em geral, quando se esgotam as possibilidades de otimização de um determinado processo, há uma modificação neste a fim de adequá-lo à atual realidade e exigência do mercado.

Em um trabalho de otimização, é primordial a diferenciação entre otimização e redução, uma vez que a primeira é bem mais abrangente que a segunda. A otimização procura a maximização da relação benefício/custo, através do aumento do benefício (receitas), através da redução de custos, através da combinação destes dois elementos, ou, até mesmo, através do aumento de custos desde que resulte em um aumento ainda maior dos benefícios.

Adicionalmente, é preciso deixar claro que custo é apenas uma denominação contábil e que, dessa maneira, não pode ser reduzido ou otimizado. Na verdade os recursos é que são consumidos para, através deles, obter-se o

produto a ser comercializado. Portanto, o foco da otimização deve ser centralizado nestes elementos.

A otimização propriamente dita é o resultado de um conjunto de ferramentas e metodologias aplicadas em determinado processo, buscando, como já mencionado acima, obter o melhor resultado possível. Não se aplica direta ou somente para redução de custos, mas também para melhorias de processos ou ambientes que, mais tarde, terão reflexos na qualidade e consequentemente no custo do produto.

2.7.2 Recursos

Os custos de produção são compostos pelo seguinte “tripé”:

- MP - Matéria-prima
- MOD - Mão-de-obra direta
- CIF - Custos Indiretos de Fabricação

Tais elementos vêm compor a equação básica do Custo de Produção (CP):

$$CP \text{ (custo de produção)} = MP(\text{Matéria-prima}) + MOD(\text{Mão-de-obra direta}) + CIF(\text{Custo Indireto de Fabricação})$$

No intuito de embasar teoricamente esse estudo, tendo em vista que qualquer processo de otimização exerce ampla influência sobre os recursos utilizados no processo de montagem final, enfocaremos somente os itens matéria-prima e

mão de obra direta pois são mais representativos para a otimização do custo do produto no caso do modelo a ser apresentado.

2.7.3 Material

Material é o componente originário da natureza, podendo apresentar-se com algum beneficiamento, que se transformará, pela ação da mão-de-obra e a utilização de diversos insumos, em outro bem diferente, após a elaboração no processo produtivo (Dutra, 1995).

Matéria-prima são os materiais básicos e necessários para a produção do produto acabado; seu consumo é proporcional ao volume da produção. O material pode ser subdividido em matéria-prima direta, matéria-prima indireta, materiais secundários e outros (Dutra, 1995).

É importante ressaltar o estágio de processamento em que se encontra o material, pois este pode ser considerado como produto acabado para um processo e como matéria-prima para outro. A classificação de um material como custo indireto ou material de consumo é dependente de uma série de circunstâncias, como: o volume de produção, a independência das apurações, a organização do setor de produção etc. Assim, um material de consumo numa pequena empresa, com pequeno volume de produção, pode ser classificada como matéria-prima direta numa empresa maior, com grande volume de produção.

O material é um dos três elementos básicos do custo. Deve ser apurado com maior rigidez nos métodos porque, em muitos sistemas de custo, pode ser adotado o critério de apurar o custo do material e estimar os demais componentes aplicando-se taxas em função de consumo de material. Em razão desta relevância, o custo de material deve ser apurado com a maior exatidão possível, tendo em vista ser ele o parâmetro sobre o qual os demais elementos de custo serão avaliados nos sistemas simplificados de produção.

2.7.4 Técnicas modernas de administração da produção e materiais

As técnicas de produção foram, ao longo da história, acompanhando a evolução dos processos produtivos e, em consequência, surgindo várias técnicas que permitem atender diferentes tipos de produção, conforme observado anteriormente. A seguir serão vistas as técnicas comumente observadas nas indústrias.

a) Sistema JIT (“JUST-IN-TIME” (NO TEMPO EXATO))

O Just In Time (JIT) surgiu no Japão, em meados da década de 70, e se caracteriza por um sistema que coordena a produção com a demanda. O sistema produz a partir da demanda, fabricando somente os itens necessários, em quantidade e momento exatos, para cada fase de produção (Correa e Giancesi, 1993).

JIT ficou conhecido, no ocidente, como sistema Kanban, que é o nome dado a uma técnica de emissão de ordens através de cartões utilizados para autorizar a produção e a movimentação de itens, ao longo do processo produtivo. O JIT pode ser considerado, muito mais que uma técnica, uma filosofia, a qual administra materiais, qualidade do produto, arranjo físico, recursos humanos, entre outros. O JIT objetiva produção sem estoques; eliminação de desperdício; manufatura de fluxo contínuo; esforço contínuo na resolução de problemas e melhoria contínua dos processos; requer que a demanda seja estável para que se consiga um balanceamento adequado dos recursos. Se a demanda for muito instável, há a necessidade de manutenção de estoques dos produtos acabados. Se houver uma variedade muito grande de produtos e componentes, o fluxo não será contínuo e sim intermitente, o que contraria uma série de princípios da filosofia, comprometendo sua aplicação (Correa e Giansesi, 1993).

A idéia básica do sistema de produção (JIT) é a de manter um fluxo contínuo dos produtos que estão sendo manufaturados, a fim de se obter flexibilidade às alterações de demanda. Como resultado, o excesso de inventário e o da força de trabalho são reduzidos naturalmente, obtendo o propósito de aumentar a produtividade e reduzir o custo.

Embora a redução de custo seja a meta mais importante do sistema, ele tem que alcançar três outras submetas em ordem, para garantir seu objetivo original, elas incluem:

- 1) Controle de qualidade: envolve a capacidade do sistema em adaptar-se às flutuações diárias e mensais da demanda em termos de quantidade e variedades;
- 2) Qualidade assegurada: garante que cada processo será suprido somente com unidades boas para os processos subsequentes;
- 3) Respeito à condição humana: deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o recurso humano para atingir seus objetivos de custos.

A produção baseada no sistema JIT, tende a eliminar tudo que não agrega valor ao serviço e tudo que não agrega valor ao produto.

Para se utilizar o JIT existe a necessidade de flexibilidade:

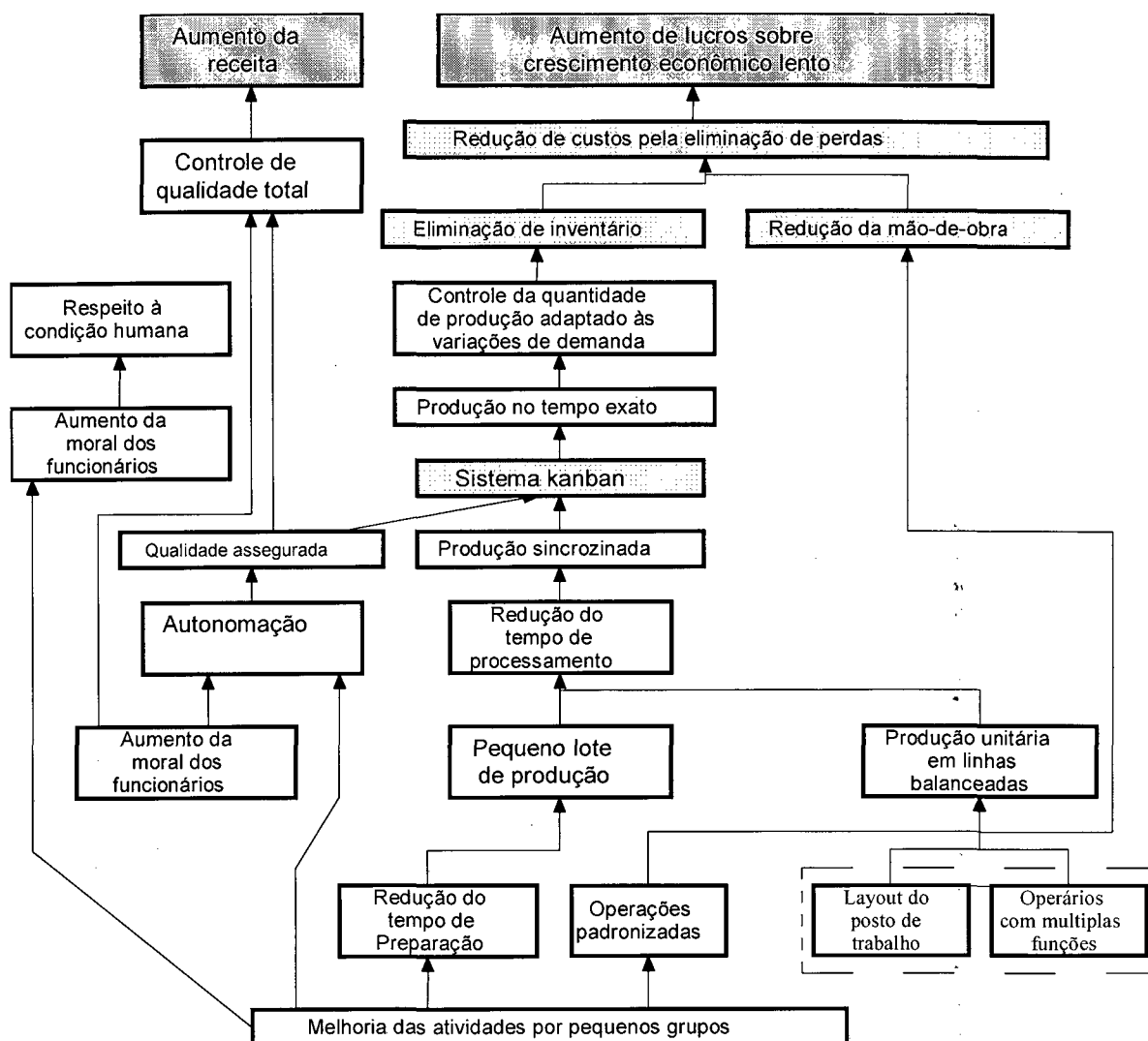
- 1) Fazer o que é necessário, manter a produção no tempo exato;
- 2) Fazer na quantidade necessária;
- 3) Fazer no menor tempo e quando necessário fazer a peça quando ela for necessária para o cliente, e não quando a produção julgar necessário;
- 4) Atender rapidamente as demandas do mercado, qualquer produto, qualquer quantidade, a qualquer hora com custo competitivo;
- 5) Reduzir o "lead-time";
- 6) Manter os níveis de estoque mínimos, materiais em processo, produtos acabados;
- 7) Produzir em pequenos lotes .

A fim de tornar o sistema de produção JIT verdadeiramente efetivo, devemos reconhecer suas limitações. Somente se parte da empresa for destinada à cooperativa de fabricantes fisicamente próximos, como uma comunidade única, pode-se objetivar a perfeita realização do sistema; antigamente: prever, produzir, estocar, vender e entregar e atualmente: vender, produzir e entregar (resposta rápida).

Os dois conceitos chaves para o JIT incluem flexibilidade de mão-de-obra, ou seja, diversificar o número de operários para as variações de demanda, e um pensamento criativo ou idéias inventivas. Identicamente, duas situações podem ser salientadas, ou seja, no sistema tradicional, a idéia era produzir o máximo possível além do necessário; já no sistema just-in-time, a proposta é produzir o quanto puder ser vendido.

O esquema mostrado a seguir ilustra as saídas ou resultados (custos, qualidade, humanidade), tanto quanto as entradas ou aspectos constituintes do sistema JIT são mostrados.

Figura 1: Relação Custos x Qualidade x Recursos Humanos sob a ótica da sistemática JIT



Fonte: Adaptado do Sistema Toyota de Produção (Monden, 1984)

b) Uso da Distribuição Padrão

Consideremos, por exemplo, o projeto ou "layout" de processos numa fábrica. Previamente, cada um dos equipamentos básicos (por exemplo tornos mecânicos, fresadora e furadeira) estavam arranjados lado a lado e uma

máquina era manuseada por um único funcionário, por exemplo, um torneiro, operava somente um torno.

Para se otimizar um sistema de produção, o “layout” de máquinas deve ser rearranjado para o fluxo de produção nivelada. Portanto, cada operário deve operar 3 tipos de máquinas, por exemplo, operar um torno, uma fresadora e uma furadeira ao mesmo tempo. Este sistema é chamado operação em multiprocesso. Em outras palavras, o operário de uma única função, um conceito que previamente incorporado nas indústrias, tornou-se um operário de funções múltiplas. Numa linha que mantém multiprocessos, um operário trabalha em muitas máquinas de diversos processos, uma de cada vez.

Um trabalho em cada processo é prosseguido somente quando o operário completa seu trabalho determinado, dentro de um ciclo de tempo. Como resultado, a introdução de cada unidade para a linha é balanceada pela conclusão de uma outra unidade de produto acabado, conforme solicitado pelas operações de um ciclo de tempo. Tal processo é chamado produção e transporte unitário. O rearranjo leva aos seguintes benefícios:

- 1) Inventários desnecessários entre cada processo podem ser eliminados.
- 2) conceito de operário de múltiplos processos pode diminuir o número de operários necessários e aumentar a produtividade.
- 3) Como os operários tornam-se multifuncionais, eles podem, participar do sistema total da fábrica e sentirem-se melhor com seus trabalhos.

- 4) Por tornar-se um operário multifuncional, cada operário pode engajar-se em equipe ou ajudar um ao outro.

Tal conceito de operário de múltiplos processos ou operário de funções múltiplas é um método de origem japonesa reconhecido internacionalmente. Em empresas americanas e européias existem muitas espécies de especializações numa fábrica; um torneiro, por exemplo, opera somente um torno e usualmente não trabalha em algum outro tipo de máquina, enquanto que no Japão existe somente uma iniciativa em cada empresa, a qual faz a mobilidade de um operário ou mantém o múltiplo processo por um operário facilmente.

Obviamente, a esta diferença pode atribuir-se um dos maiores obstáculos para empresas americanas e européias que talvez desejem adotar os sistemas de produção de origem japonesa.

2.7.5 Mão-de-obra

Segundo conceituação de René Gomes Dutra (1995), “custos de pessoal são todos os gastos despendidos com o pessoal, que podem ser atribuídos à produção, direta ou indiretamente, em um período”. O custo de pessoal está subdividido em:

- a) mão-de-obra direta: custos dos operários diretamente envolvidos na elaboração de determinado bem ou serviço. Este custo pode ser apropriado diretamente a cada um dos diferentes tipos de bens/serviços em elaboração no momento da ocorrência do custo, ou seja, durante o ciclo produtivo. É o operário que se ocupa por período de tempo definido exclusivamente em um tipo de produto ou função específica de custo;
- b) mão-de-obra indireta: custos dos operários ou outras categorias profissionais que não estão envolvidos diretamente na elaboração de determinado tipo de bem/serviço. É a mão-de-obra comum a vários tipos de bens/serviços em produção, cuja parcela pertencente a cada tipo de produto ou função de custo é impossível de ser determinada no momento de sua ocorrência. É o caso do supervisor que se ocupa da supervisão de operários que executam tarefas diferentes, do operário afastado da produção em virtude de treinamento, ou daquele que teve um período ocioso e portanto não apropriou suas horas a um produto;

Os custos com encargos sociais e trabalhistas constituem o conjunto de obrigações que a empresa tem com seu pessoal, além do salário. A constituição brasileira promulgada em 1988 ampliou ainda mais estes encargos, tendo como consequências o resgate de reivindicações da força de trabalho e, em contrapartida, a oneração dos custos dos produtos a serem consumidos pela própria sociedade.

O percentual incidente sobre o valor da mão-de-obra depende das diferentes políticas adotadas em cada empresa (como relação faturamento/custo e índice de rotatividade de pessoal na empresa, por exemplo) como benefícios que não serão citados por não serem de uso generalizado (ajuda médica, hospitalar, dentária e farmacêutica, ajuda de transporte, de alimentação, moradia, seguro de vida, entre outros).

2.7.6 Métodos para valoração da mão-de-obra

a) Multifuncionalidade e padronização da mão-de-obra

A operação padronizada deve ser um pouco diferente da operação usual, pois ela mostra principalmente a rotina seqüencial de diversas operações tomadas por um operário que manuseia múltiplos tipos de máquinas, como um operário de função múltiplas.

Dois tipos de folhas mostram as operações padronizadas de rotina, a qual parece um gráfico homem-máquina, e a folha de operações padronizadas, a qual é fixada na fábrica para todos operários verem.

A última folha especifica o ciclo de tempo, rotinas de operações padronizadas e quantidades padronizadas de material em processo. Um ciclo de tempo, ou ritmo de tempo padrão, é um número padrão especificado de minutos e segundos em que cada linha deve produzir um produto ou peça. Este tempo é

computado pelas duas fórmulas seguintes. Inicialmente, a produção necessária por mês é predeterminada de acordo com a demanda. Então:

$$\text{Produção necessária por dia} = \frac{\text{Produção necessária por mês}}{\text{Dias de operação por mês}}$$

$$\text{Ciclo de tempo} = \frac{\text{Horas de operação por dia}}{\text{Produção necessária por dia}}$$

Cada departamento de produção é informado desta quantidade por dia e o ciclo de tempo do escritório de planejamento central uma vez em cada mês anterior. Em um turno, o gerente de cada processo determina quantos são necessários para este processo produzir uma unidade de produção em um ciclo de tempo. Os operários de toda a fábrica também devem ser recolocados na ordem em que cada processo é operado por um número mínimo de operários.

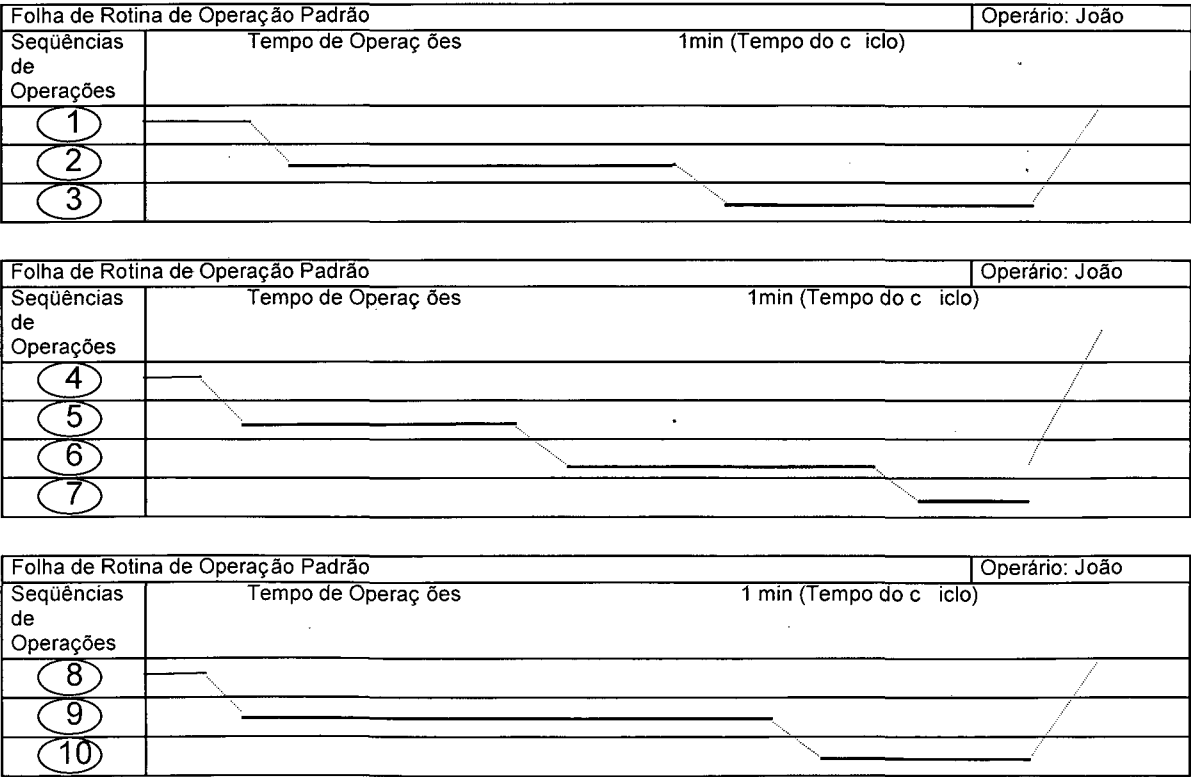
O “kanban” não é somente a informação para ser dada para cada processo. É um tipo de informação enviada à produção durante o mês em questão, enquanto a quantidade diária e a informação de ciclo de tempo são dadas antecipadamente para preparar o programa de produção mestre para toda a fábrica .

A rotina de operações padronizadas indica a seqüência de operações que devem ser seguidas por um operário num processo múltiplo de departamento. Esta é a ordem para um operário apanhar o material e colocá-lo em sua máquina, e é destacada após o mesmo ser processado. Esta ordem de

operações continua por diversas máquinas que ele opera, o balanceamento de linha pode ser conseguido entre operários deste departamento, desde que cada um determine todas as suas operações dentro do ciclo de tempo.

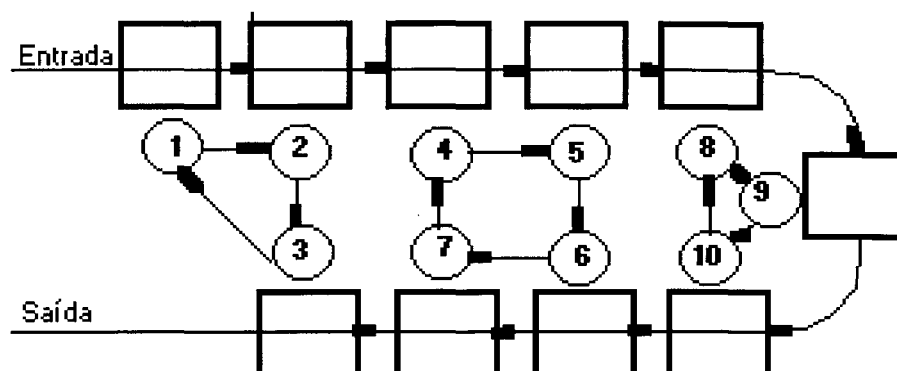
A quantidade padrão do material em processo é a quantidade mínima do material dentro de uma linha de produção, a qual inclui os materiais necessários para a usinagem; sem esta quantidade de material, a seqüência predeterminada de diversos tipos de máquinas em toda a linha não pode operar simultaneamente. Teoricamente, se o transporte invisível é realizado nesta linha não há necessidade de existir estoque entre os processos.

Figura 2: Exemplo de uma “Folha de Rotina de Operação Padrão” para um segmento de processo de 10 posições



Fonte: Adaptado do Manual BPS (Sistema de Produção BUC-Montagem, 2000)

Figura 3: Multifuncionalidade da mão-de-obra



Fonte: Adaptado do Sistema Toyota de Produção (Monden, 1984).

Após toda a apresentação das variáveis e sistemas que vêm embasar formal e teoricamente esse estudo, fica claro que a produção em si, bem como seu planejamento, controle e programação são pontos de partida para o dimensionamento dos tempos alocados nos processos. Na seqüência, a teoria sobre MTM, sua evolução e seu posicionamento dentro dos conceitos de sistemas de produção, nos proporciona avaliar as atividades de produção e a forma como os recursos humanos se relacionam com a mesma.

No próximo capítulo, onde será aprofundada a metodologia considerada para a proposição do modelo, serão esclarecidos como, com que estrutura e quais implicações trarão o estudo dos tempos para o processo produtivo em questão. Além disso, serão mencionados seus desvios e erros para fins de refinamento do estudo proposto.

3 FORMAS DE RELACIONAMENTO ENTRE OS RECURSOS HUMANOS E OS TEMPOS DE PRODUÇÃO

3.1 Introdução

Ao se abordar o desempenho das áreas de acabamento e testes finais de uma linha de montagem de veículos através da identificação e do estudo dos tempos produtivos e improdutivos de fabricação, deve-se considerar alguns aspectos indispensáveis para a determinação e mensuração deste desempenho que não se costumava considerar em situações anteriores; fosse pela imaturidade tecnológica que nos rodeava; fosse pela baixa produtividade que era encoberta por uma antiga lei de mercado, onde a procura era significativamente maior que a oferta.

Tal cenário permitia que as indústrias (especialmente as automotivas) estivessem em uma posição confortável até bem pouco tempo atrás, focalizando, única e exclusivamente, máquinas e recursos técnico-financeiros como fatores a serem administrados (Bock, 1995).

De uma maneira simplificada, o custo final de fabricação de um veículo é composto dos seguintes fatores:

- a) custo da matéria-prima;
- b) custos de engenharia (projetos);
- c) custos diretos das máquinas e equipamentos;

- d) custos da qualidade e
- e) custos de mão-de-obra direta.

Conforme citado anteriormente e considerando a internacionalização dos mercados (também chamada de globalização) que resulta numa queda dos custos tecnológicos disponíveis, fica latente o peso dos custos da mão-de-obra direta na fabricação dos veículos e os mesmos devem, agora, ser objeto de total atenção por parte dos fabricantes.

É importante, salientar que as áreas eleitas para a pesquisa possuem grande quantidade de trabalhos executados de forma manual, ou seja, sem a utilização de máquinas ou dispositivos automáticos.

3.2 Aspectos Relacionados à Execução das Tarefas Produtivas Através dos Movimentos

São chamados de grupos os conjuntos de funcionários alocados em uma determinada área e que têm como objetivo a realização de todas as tarefas previstas para cada área. Em geral, um grupo é responsável por mais que um tacto, cuja definição apresenta-se na seqüência. Os grupos são responsáveis pela otimização da seqüência de trabalho e pela melhoria contínua do processo produtivo em seus postos de trabalho (Robbins, 2000).

Cada grupo possui a responsabilidade por uma seqüência de produção ótima na montagem de peças e grupos construtivos. O grupo também possui a competência de, através de medidas de otimização, melhorar continuamente a seqüência da produção.

Além das considerações técnicas feitas acima, é importante relacionar algumas características adicionais, e não menos importantes, dos grupos:

Um grupo só se forma através de um longo processo de dinâmica, dividido basicamente em (adaptado de Robbins, 2000):

- 1) Fase de formação:
 - Encontro inicial;
 - Percepção dos outros membros;
 - Procurar elos pessoais entre si;
 - “Ver o que se passa na casa do vizinho”;
- 2) Fase combativa:
 - Luta por influência, poder e chefia;
 - Estranhos são afastados;
 - Rejeição das estruturas novas;
 - Conflitos entre a autonomia do grupo e o chefe;
- 3) Fase normativa:
 - Definição de regras do jogo;
 - Aceitação das metas comuns;
 - Líder assume a função de treinador;
- 4) Fase produtiva:
 - Tarefas repartidas igualmente dentro do grupo;
 - O trato entre as pessoas é claro e sem cerimônias;

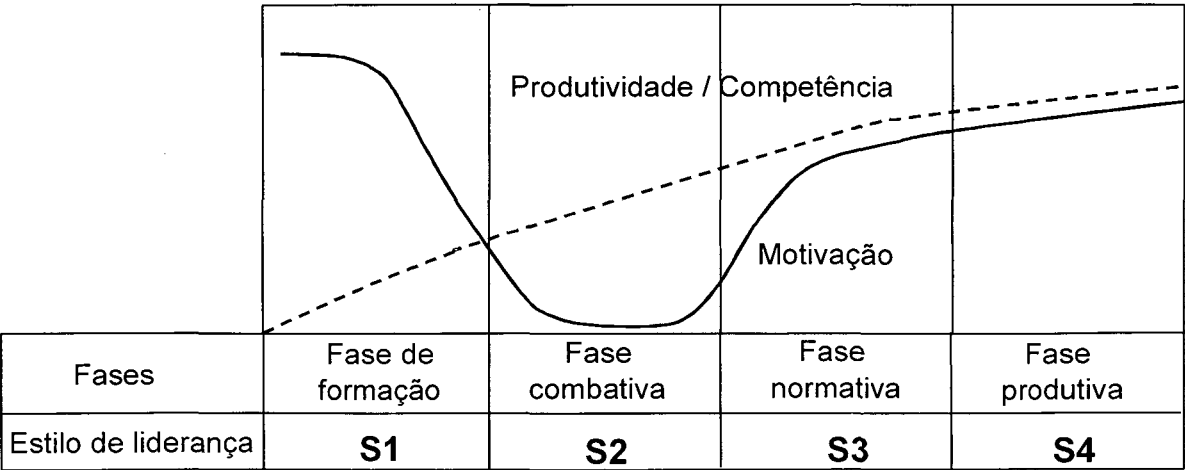
- Sentimento do “Nós”;
- Aumento da produtividade e da qualidade;

3.3 Escala de Motivação dos Grupos de Trabalho no Tempo

Como escala de motivação, entende-se o processo natural pelo qual passam os grupos e sua influência na produção; atestando, desta maneira, sua relação direta com os tempos produtivos e improdutivos do processo.

Nessas condições, considera-se que cada grupo atravessa as quatro fases no processo do seu desenvolvimento, já citadas acima. Nesse raciocínio, pode-se considerar que itens como produtividade, competência, liderança e motivação do grupo dependem da fase em que ele se encontra (Chanlat, 1993).

Figura 4 : Representação de fatores relacionados com os grupos de trabalho, distribuídos ao longo do tempo e por fase

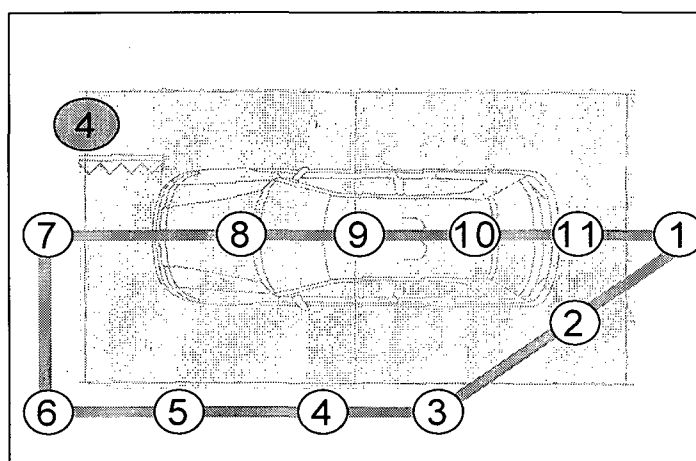


Fonte: Adaptado do Manual BPS (Sistema de Produção BUC-Montagem, 2000)

3.4 Posto de Trabalho

Um posto de trabalho é uma área com tarefas claramente definidas, cronometradas e descritas, ou seja, identifica o conteúdo do trabalho de um funcionário. Na prática, cada posto de trabalho é ocupado por um funcionário.

Figura 5 : Postos de Trabalho distribuídos num setor de montagem final de acabamentos



Fonte: Adaptado do Manual BPS (Sistema de Produção BUC-Montagem, 2000)

3.5 Fluxo de Trabalho

O fluxo de trabalho descreve a seqüência das diversas atividades e o método de trabalho da produção: o quê, como, com quê e com quais ferramentas determinada peça ou parte será montada. A descrição do fluxo de trabalho é feita pelo grupo que tem a responsabilidade para a sua realização e deve corresponder à seqüência real de atividades realizadas no posto de trabalho. A

seqüência do fluxo de trabalho na qual são apresentadas as diversas etapas de trabalho correspondem à seqüência de montagem das peças e conjuntos por posto de trabalho.

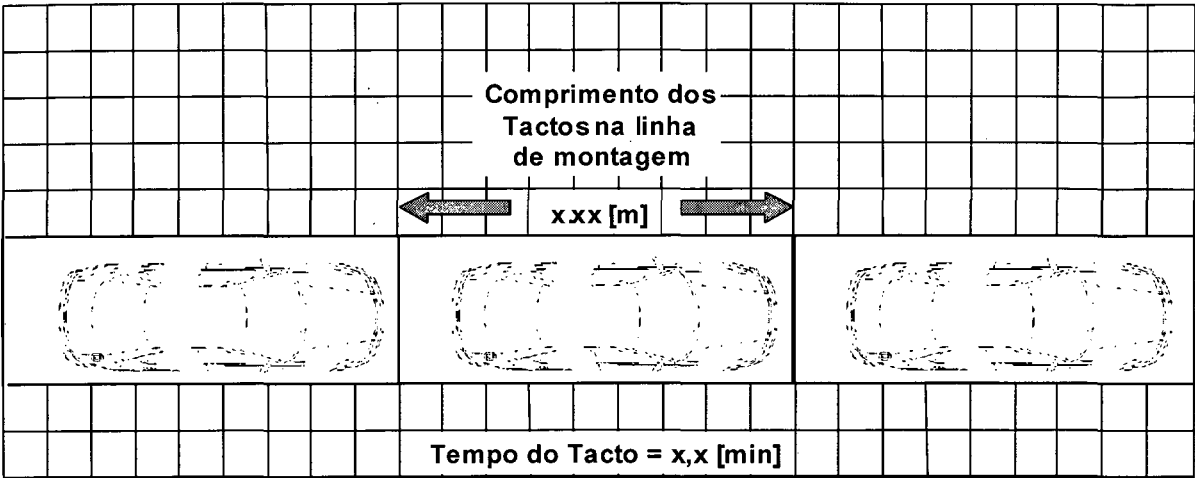
3.6 Seqüência de Trabalho

Seqüência de trabalho é a descrição detalhada (passo a passo) do processo produtivo em cada posto de trabalho. Ela deve descrever o que vai ser produzido (produto/material), como será produzido (qual processo) e com quais meios (ferramentas e meios auxiliares). Normalmente, as seqüências de trabalho são documentos padronizados, controlados e indexados de maneira a facilitar sua atualização e compreensão.

3.7 Conceito de Tacto

Numa linha de produção seriada ou seqüencial, são utilizadas relações de tempo e espaço (distâncias) com o objetivo de se ter um padrão ou uma referência única para toda ou parte desta linha. Desta maneira, dá-se o nome de tacto a uma área com um comprimento fixo e predeterminado, pela qual passará ou ficará estacionado, durante um espaço de tempo também predeterminado, o produto a ser trabalhado (Alvarez, 2000).

Figura 6 : Ilustração de um tacto na linha de montagem em questão



Fonte: Adaptado do Manual BPS (Sistema de Produção BUC-Montagem, 2000)

3.8 Folha de Trabalho Padronizado

O fluxo de trabalho é apresentado através da Folha de Trabalho Padronizado (FTP). A apresentação corresponde à seqüência do fluxo de trabalho. A FTP é visualizada diretamente no local de trabalho. Todos os funcionários envolvidos devem estar de acordo com o fluxo e o método de trabalho. A decisão sobre como definir a seqüência é determinada pelo autor da FTP a partir das condições locais. A FTP possui as seguintes características:

- a) Nela é descrito o fluxo de produção de acordo com um modelo bem definido (modelo de veículo mais produzido);
- b) Na produção de variantes (acessórios ou opcionais) deve ser decidido se é preenchida uma nova FTP ou se complementações na primeira bastam;

- c) A descrição do método de trabalho dá-se em seqüências de trabalho em ordem cronológica;
- d) antes da descrição é necessário que seja feita uma análise do método de trabalho;
- e) Os tempos de montagem são verificados pelos grupos e, se necessário, corrigidos pelo projetista;
- f) O método de trabalho descrito deve ser acordado entre os membros do grupo,
- g) A FTP também serve como base para o treinamento de novos membros do grupo,
- h) O método de trabalho descrito e acordado é a seqüência padrão para o procedimento de montagem de uma peça ou de um conjunto.

3.9 Folha de Trabalho Padronizado - Deslocamentos

Os deslocamentos e os movimentos necessários para a realização do fluxo de trabalho são representados graficamente através da Folha de Trabalho Padronizado – Deslocamentos (FTPD). Tal representação gráfica corresponde à real seqüência do fluxo de trabalho. A FTPD é visualizada diretamente no local de trabalho.

A apresentação da FTPD é feita como croqui. É utilizada uma apresentação dinâmica, a carroceria movimenta-se ao longo da linha de montagem, isto é,

são representados os trajetos de deslocamento reais. Assim fica bem claro quantos trajetos (que não agregam valor - improdutivos) devem ser feitos entre as atividades em si. As diversas atividades são descritas na FTP, em forma de tabela, com um breve texto.

3.10 Definição e emprego do MTM

3.10.1 Definição e emprego.

MTM é a abreviação de “Methods-Time Measurement”, o que é traduzido para “Medida dos Tempos dos Métodos”. Esta denominação indica que o tempo necessário para uma determinada operação depende do método empregado. Em outras palavras, o tempo é uma função do método empregado.

O sistema MTM é definido do seguinte modo: MTM é um sistema para estruturar seqüências de movimentos manuais em Movimentos Básicos. A cada Movimento Básico, correspondem valores de tempo normais pré-determinados de acordo com as grandezas de influência de cada movimento.

3.10.2 Limites do sistema MTM

- a) A definição esclarece a limitação do sistema MTM à análise de operações (manuais) inteiramente influenciáveis pelo homem;

- b) Tempos de processo ou não influenciáveis pelo homem são geralmente pesquisados ou calculados através do registro de tempos com o cronômetro;
- c) O sistema MTM não é utilizável nas tarefas intelectuais (mentais), quando as decisões envolvidas exigem mais que decisões tipo sim ou não, portanto, quando ocorre o trabalho de pensar, rigorosamente falando;
- d) Nos valores de tempo-padrão não estão contidos tempos de distribuição e de descanso (tempos pessoais).

3.10.3 Os movimentos básicos MTM

Durante as pesquisas realizadas, descobriu-se que tarefas totalmente influenciáveis pelo homem são compostas, em cerca de 80% a 85% por cinco movimentos básicos: alcançar, pegar, mover, juntar e soltar.

Esse ciclo de movimentos é diferenciado conforme as seqüências de movimentos Pegar e Posicionar:

Nos Dados Standard MTM, utiliza-se em lugar dos cinco movimentos básicos acima descritos, apenas os valores básicos pegar e posicionar. Esses cinco movimentos básicos principais são estudados detalhadamente. Aqui deve inicialmente ser feita apenas a descrição de operações com auxílio desses cinco movimentos básicos.

Quadro 4 : Os cinco movimentos básicos MTM

Alcançar	Pegar	Mover	Juntar	Soltar
Movimentos da mão em direção a um objeto	Controlar um objeto	Movimentar um objeto com a mão	Colocação dentro ou junto de objetos	Eliminar o controle sobre um objeto

Além desses cinco movimentos básicos, três outros movimentos básicos da mão completam a descrição das seqüências de movimentos: premir, separar e torcer. Paralelamente são usadas duas funções visuais (funções mentais): movimento dos olhos. Além dos oito movimentos básicos (movimentos das mãos) e das duas funções visuais, são descritos os movimentos: do pé e pernas e mudanças de posição do tórax com a ajuda dos seguintes movimentos do corpo: movimento do pé, movimento da perna, passo lateral, torção do corpo, andar, inclinar e erguer, abaixar e erguer, ajoelhar e erguer e sentar e levantar.

3.10.4 Valores Normais de Tempo MTM

Na tabela original MTM baseiam-se as tabelas nacionais reconhecidas pelo Diretório Internacional. Desta forma, ocorre uma concordância em nível internacional. Apenas as medidas em polegadas foram traduzidas para o sistema métrico, para diversas Associações Nacionais.

Além das tabelas para movimentos das mãos e dedos, funções visuais e movimentos do corpo, a Tabela de Valores Normais de Tempo da Associação

Alemã MTM (ela está registrada no catálogo alemão de autores do Registro de Patentes sob nº 59), contém uma tabela de conversão de tempo, assim como, uma tabela na qual se pode ver quais movimentos podem ser executados simultaneamente com ambas as mãos.

Os valores de tempo dos movimentos básicos são indicados no sistema MTM, na unidade de tempo de 1/100 000 hora = 1TMU. TMU é a abreviação de Time Measurement Unit que significa: Unidade de Medida de Tempo.

3.11 Os Movimentos Básicos na Seqüência de Movimentos Pegar-Posicionar

3.11.1 Introdução

Nessa sessão, são tratadas as seqüências de movimentos básicos para “PEGAR” e “POSICIONAR”. A observação global não é importante somente para a composição dos elementos básicos MTM, mas sim, principalmente, para possibilitar uma melhor interpretação das Grandezas de influência. Denomina-se GRANDEZA de influência, a grandeza, a característica ou o fator do qual depende o tempo.

Por isso, define-se o tempo de um Elemento de Movimento também como uma função das Grandezas de influência dos quais ele depende e escreve-se:
 $\text{Tempo} = f(\text{Grandezas de Influência})$.

Nas seqüências de movimentos “PEGAR” e “POSICIONAR”, temos duas Grandezas de influência principais, que são importantes para a compreensão e o emprego correto do sistema MTM: Grau de controle do movimento e Extensão do movimento

Por este motivo, estas duas Grandezas de influência são explicadas antes da descrição detalhada dos movimentos básicos MTM.

3.11.2 O Grau de controle dos movimentos

O controle dos movimentos não está relacionado como Grandeza de influência na tabela de tempos MTM. Apesar disso, é facilmente notado o grau variado do controle dos movimentos, nos movimentos básicos “alcançar” e “mover”. O grau de controle do movimento deve ser encarado, por este motivo, como Grandeza de influência sobreposta. Isto já tinha sido reconhecido por Maynard, Schwab e Stegemerten (1948), se bem que ainda não formulado com tanta clareza como, mais tarde, por Raphael e Clapper (1952). As grandezas de influência utilizadas além da extensão do movimento, descrevem, assim características operacionais concretas do Grau de controle dos movimentos de mão, braço, funções visuais e movimentos do corpo.

O grau de controle do movimento não é constante e aparece, especialmente, no fim do movimento. Distinguem-se 3 graus de controle (graus de dificuldade de coordenação motora e sensorial):

- a) Grau de controle mínimo;
- b) Grau de controle moderado e
- c) Grau de controle grande.

Além disso, distinguem-se 3 formas de atividades de controle, as quais são necessárias para obter-se o grau de controle desejado:

- a) controle muscular;
- b) controle visual e
- c) controle mental (decisões simples).

Neste capítulo, o grau de controle dos movimentos é tratado, a princípio, de forma neutra quanto à aplicação, antes de ser esclarecida, nos capítulos seguintes, como deve ser observado na tabela de tempos normais MTM e nas diretrizes do sistema MTM.

As citações aqui mencionadas relativas ao Grau de controle necessário, referem-se de uma maneira geral, aos movimentos de “PEGAR” e “POSICIONAR”. Diferentes Graus de controle, especialmente no fim do

movimento, resultam de diferentes solicitações quanto à atenção e concentração em diferentes partes dos movimentos. Esta compreensão é necessária para não impor ao analista uma maneira de pensar mecanizada e para desvendar-lhe o sentido de uma série de regras de aplicação.

Um grau de controle moderado e, especialmente um grau de controle grande, não surge no movimento de “alcançar” e “mover” a ser executado, mas sim como consequência do movimento de “pegar” e “juntar” subsequente. Alcançar e mover são definidos, portanto, entre outros, como movimentos de acentuada intensidade. Pegar e juntar são definidos movimentos de acentuado efeito.

Movimentos musculares são comandados por “sinais de comando” através do sistema nervoso central. A capacidade de uma pessoa para executar serviços sensomotores (coordenação de “sinais de comando”), depende, na sua maior parte, de sua habilidade manual. Uma tarefa, respectivamente um método de trabalho é tanto mais difícil de ser executado quanto maior for o Grau de controle, o qual é um reflexo da quantidade e dificuldade de coordenação “sinais de comando” necessários.

3.11.3 A Extensão do Movimento

A extensão do movimento é, no “alcançar” e “mover”, a Grandeza de influência principal. A extensão do movimento é o percurso real da mão, em geral em forma de arco, em centímetros. Na determinação da extensão do movimento,

utiliza-se, como ponto de referência para a medição, a base do dedo indicador (falange) em movimentos da mão e, em movimentos dos dedos, a base da unha (falangeta).

3.12 A Exatidão do Sistema MTM Considerando-se as Fases em que os Grupos se Encontram

3.12.1 Introdução

Mede-se a exatidão de uma análise MTM por sua correspondência com o tempo realmente necessário para a execução da seqüência de trabalho. Esta exatidão depende de um número elevado de grandezas de influência. Trata-se, de um lado, de grandezas quantitativas objetivamente como as mencionadas anteriormente. A maioria dessas grandezas de influência é formada por grandezas qualitativas, que necessitam da avaliação exata do analista. Estas considerações de exatidão são importantes na aplicação de análises MTM para a determinação de tempos padrão e na montagem de Dados Standard-MTM.

Na consideração da exatidão diferencia-se:

- 1) o desvio do sistema, determinado pelo princípio de elaboração do próprio sistema MTM;
- 2) o erro de aplicação, que se origina de análise processada em desacordo com as regras de aplicação do sistema.

As considerações sobre a exatidão são necessárias ainda para, no caso de divergências entre o tempo analisado e o tempo realmente necessário à execução de uma tarefa, determinar a causa e fazer o necessário ajuste.

3.12.2 Desvio do Sistema

O desvio do sistema no método MTM é causado pela variação entre o tempo analisado e o efetivamente necessário, decorrente de desprezo ou simplificação de grandezas.

Os tempos necessários para a execução de movimentos básicos, como os mostrados nos quadros anteriores, dependem de um elevado número de grandezas de influência. No desenvolvimento do sistema MTM, tornou-se necessário negligenciar certas grandezas de influência e levar em consideração somente as mais importantes, as chamadas grandezas de influência significativas. Com isso, foi conscientemente aceita uma possível inexatidão, o que era necessário para manter o método MTM manejável e aplicável a todos os ramos de atividades.

Além disso, em certas grandezas de influência, várias ocorrências são agrupadas em um só caso de movimento e, com isso, é obtido um valor de tempo médio.

Assim, por exemplo, nos movimentos de alcançar e mover, foram agrupadas diversas ocorrências. O caso A de alcançar, por exemplo, compõe-se de:

Quadro 5 : Composição do caso A do movimento “alcançar”

(1)	(2)	(3)
Deslocar a mão no sentido de um objeto isolado e sobre o qual pousa a outra mão.	Alcançar um objeto que se encontra na outra mão.	Deslocar a mão para um objeto localizado isoladamente, que sempre se encontra em um lugar exatamente determinado.

Para ser exato, deveria diferenciar estas variantes de tempo, se com isso não se tornasse complicado demais o estudo e muito dispendiosa a aplicação do sistema MTM.

Determinados por essas circunstâncias, podem ocorrer desvios por estar o valor (médio), da tabela de valores de tempo acima ou abaixo do valor de tempo que seria efetivamente necessário para a execução da seqüência real.

Estes desvios são diferentes para cada um dos movimentos básicos. O desvio do sistema, no entanto, é muito importante só em ciclos curtos, uma vez que, nos ciclos longos aumenta a probabilidade de se compensarem, em grande parte, os desvios positivos e negativos.

3.12.3 O erro de aplicação

O erro de aplicação do método MTM consiste na diferença entre o tempo analisado e o tempo efetivamente necessário, decorrente do fato de análise não ter sido efetuada de acordo com as regras. Não é possível fixar quantitativamente o erro de aplicação do sistema básico MTM, uma vez que este depende principalmente de grandezas que podem ser determinadas subjetivamente. Essas grandezas são, essencialmente:

- 1) o grau de instrução e treinamento do analista;
- 2) o grau de dificuldade da seqüência analisada e
- 3) o tempo de duração da seqüência.

O aparecimento de erros de aplicação é mais freqüente no sistema básico MTM do que nos "MTM-Dados Standard", devido ao maior número de regras existentes para aplicação no primeiro. Note-se que o efeito dos erros de aplicação, devido ao maior número de movimentos por elemento e conseqüentemente maiores valores de tempo, é significativo nos "MTM-Dados Standard" do que no sistema básico MTM. O erro de aplicação tem maior importância prática do que o desvio do sistema. Isto é, as possibilidades de erros decorrentes de uma aplicação do sistema MTM contrária às regras, prevalecem sobre o desvio do sistema que, além disso, só tem importância em ciclos curtos. Este, além das considerações de ordem econômica, é um dos fatores que determinam preferência por sistemas MTM mais condensados, com um maior desvio do sistema, como o Sistema MTM-Dados Standard da Associação Alemã de MTM.

O perigo do aparecimento de consideráveis erros de aplicação pode ser combatido pelo aprimoramento do processo de instrução do analista (treinamento permanente, constante prática de análise).

3.12.4 Determinação do tempo padrão

O conceito do tempo padrão é definido da seguinte maneira: tempos padrão são tempos que devem ser concedidos para seqüências de trabalho executadas por homens ou meios de trabalho. Tempos padrão para o homem contêm tempos básicos, tempos de descanso e tempos de distribuição. Tempos padrão para o meio de trabalho contêm tempos básicos e tempos de distribuição.

Aqui tratamos somente da determinação do tempo padrão para o homem, ou determinação do tempo da tarefa, já que o tempo padrão dos meios de trabalho e o tempo de preparação, são quase sempre determinados com o auxílio dos MTM-Dados Standard. O modo de proceder neste caso quase não difere do procedimento para determinar o tempo da tarefa. Pela pré-norma DIN 33400 o conceito de meio de produção deve ser substituído pelo conceito de meio de trabalho.

O tempo por unidade refere-se ao lote produzido é igual a um (por exemplo uma peça). O analista delimita os elementos da seqüência de acordo com os

tipos de seqüência. Assim, também no desenvolvimento dos MTM-Dados Standard foi feita uma estruturação de dados, na qual foram diferenciados esses tipos de seqüência. A definição desses tipos de seqüência, bem como exemplos, podem ser encontrados no seguinte quadro:

Quadro 6 : Exemplos de tipos de seqüência para movimentos-padrão

Código	Tipo de seqüência	Definição
MH	Atividade principal	Atividade planejada , dirigida diretamente para o cumprimento da tarefa.
		Exemplo: usinar uma peça, executar uma montagem, observar um processo de fresamento.
MN	Atividade secundária	Atividade planejada , que contribui só indiretamente para o cumprimento da tarefa, leitura de notas de trabalho.
		Exemplo: introdução da peça a ser trabalhada no dispositivo, retirada posterior desta.
MZ	Atividade adicional	Atividade não planejada , dirigida para o cumprimento da tarefa.
		Exemplo: empurrar cavacos para o lado, retrabalhar uma peça, conversar sobre o serviço, p. ex. com colegas.
MA	Interrupção da atividade determinada pela seqüência	Espera planejada do homem pelo término de elementos da seqüência, determinada pelo meio de trabalho, objeto de trabalho, ou por outros homens.
		Exemplo: espera pelo esfriamento de uma peça, espera pela próxima peça a ser trabalhada.
MS	Interrupção da atividade determinada pela seqüência	Espera adicional do homem em virtude de interferência de ordem técnica ou organizacional, ou falta de informação.
		Exemplo: espera por material, ordem de serviço ou colega, ou espera pela remoção da interferência pelo preparador.
ME	Interrupção da atividade	A interrupção da atividade para aliviar o cansaço causado por essa atividade.
		Exemplo: descansar após o transporte de uma peça pesada, recuperação após um processo de controle.
MP	Interrupção da atividade por motivos pessoais	A interrupção da atividade, causada por motivos pessoais.
		Exemplo: conversas particulares, buscar cigarros ou bebidas, ir à toilete, início do trabalho com atraso.

Fonte: traduzido de VERLAG, Carl Hanser. “Verband für Arbeits Studien, Band 1 bis 6: Grunlagen, Datenermittlung, Arbeitsgestaltung, Anforderungsermittlung, Lohndifferenzierung und Arbeitsunterweisung”. Editora Refa – EV, Munique, 1976.

Através da análise MTM podem ser determinados os tempos para os tipos de seqüência: atividade principal, atividade secundária, bem como atividades adicionais do homem.

Os tempos para os demais tipos de seqüência são geralmente obtidos por medição direta de tempo, anotação pelo próprio operador, comparações e estimativas, ou com o auxílio de tomadas de multi-momentos.

Como se pode notar, aspectos físicos sociais de uma linha de montagem contribuem muito para o resultado final da produção. Neste capítulo, vimos como as claras definições dos espaços e atividades na linha de montagem, bem como a definição e emprego do MTM aliada ao ambiente no qual os funcionários estão inseridos e à maneira como se comportam.

A partir dessas considerações, o capítulo seguinte propõe as ferramentas e variáveis a serem controladas para uma correta análise dos tempos alocados para as atividades.

4 ATRIBUIÇÃO DE TEMPOS DE PRODUÇÃO PARA REALIZAÇÃO DOS MOVIMENTOS E EXECUÇÃO DAS TAREFAS PRODUTIVAS E PROCESSOS

4.1 Introdução

Neste momento da pesquisa, torna-se pertinente fazer as analogias, ponderações e considerações sobre como se pode obter o cumprimento dos tempos de projetos indicados nas descrições das tarefas individuais por posto de trabalho.

Esse cumprimento dos tempos se dá pela conjugação da capacidade técnica e da motivação pessoal do funcionário envolvido.

A proposta é ter como referência o tempo de tacto. Desta forma a demanda de produção pode ser atendida incrementando ou diminuindo os turnos de trabalho ou os dias trabalhados, por exemplo. Dessa maneira, o funcionário sabe que sempre trabalhará numa mesma velocidade e sob as mesmas condições, o que lhe proporcionará, ao longo de um determinado período, estar totalmente treinado e capacitado para realizar suas tarefas com qualidade.

Nas exceções (aumento da jornada ou dias de trabalho) ele terá a motivação, por exemplo, da remuneração extra ou qualquer outro mecanismo do qual a empresa possa se utilizar, além de buscar sempre o aprendizado para seu crescimento próprio.

4.2 Balanceamento da Linha de Montagem

O objetivo do balanceamento da linha de montagem e dos postos de trabalho é que cada posto de trabalho esteja adequadamente suprido de tarefas, cujos conteúdos sejam suficientes para sua realização dentro do tempo de tacto.

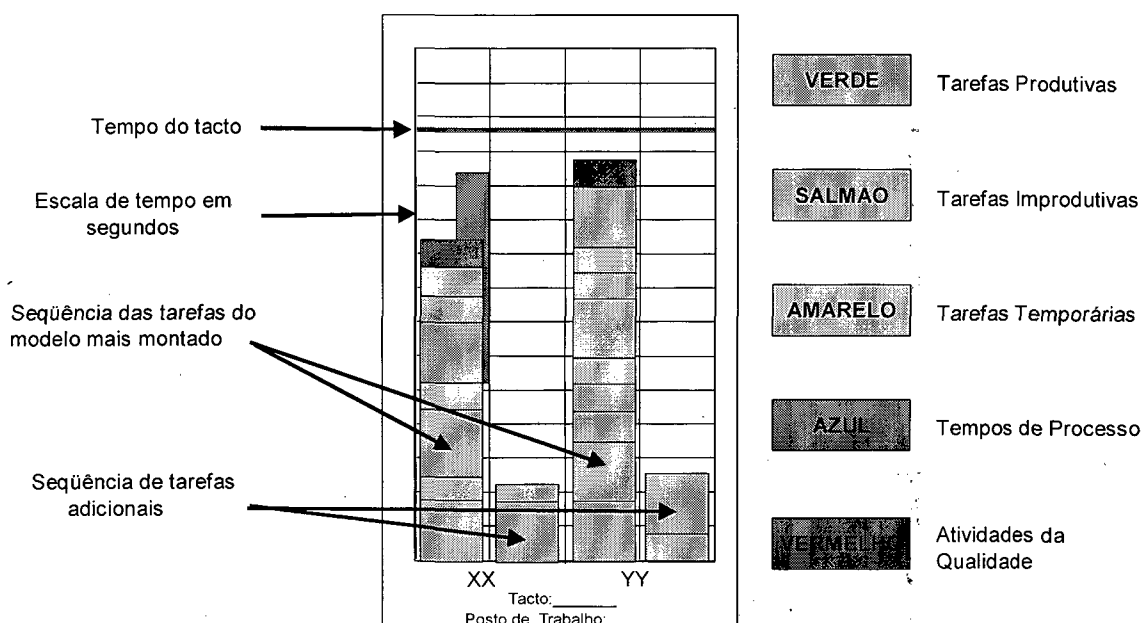
Os conteúdos das tarefas dos postos de trabalho são dispostos em FTPs por posto de trabalho. Em um catálogo de tempo estão contidos tempos para desenvolver outras atividades que não servem diretamente ao progresso da produção, mas são necessários para cumprir as atividades propostas, como por exemplo ler instruções de montagem, trajetos de deslocamentos e pegar caixas de materiais, entre outras. O grupo organiza seu local de trabalho, determina o fluxo de trabalho e os trajetos de deslocamento e lista de materiais. Onde aplicável, são retirados os tempos necessários do catálogo de tempo. A FTPD é utilizada adicionalmente para visualizar a localização e trajetos de deslocamento por local de trabalho. A visualização do fluxo de trabalho no próprio local do grupo é feita no quadro de balanceamento.

4.3 Quadro de Balanceamento

Um quadro de balanceamento é elaborado por posto de trabalho, contendo todos os conteúdos de trabalho para os modelos a serem montados. Para um novo modelo é necessário um novo quadro de balanceamento. Na coluna da

esquerda de cada modelo é representado o modelo mais montado com seus conteúdos de trabalho e, na coluna da direita, os conteúdos de trabalho restantes do local de trabalho. A partir das duas colunas reconhecem-se, portanto, todos os conteúdos por modelo que são de responsabilidade do respectivo posto de trabalho.

Figura 7 : Quadro de Balanceamento para duas versões ou modelos



O quadro de balanceamento é um meio auxiliar para o grupo de produção e serve para:

- Visualizar e balancear os fluxos de produção;
- Apresentar os conteúdos de trabalho por posto de trabalho;
- Apoio ao grupo oferecendo possibilidade de aprendizado já antes do lançamento de um novo modelo e melhor compreensão dos conteúdos;
- Otimização de métodos e fluxos de trabalho;

- e) Reconhecimento visual de problemas, assim como, sua elaboração e solução e
- f) Apresentação da parcela de tempo referente ao trajeto por posto de trabalho.

4.4 Processos

Uma orientação baseada em processos nos negócios envolve elementos de estrutura, enfoque, medição, propriedade e clientela. A título de definição, um processo é simplesmente um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado. Faz-se necessária uma acentuada ênfase na maneira como o trabalho é feito na organização, em contraste com a ênfase relacionada com o produto em si, que se centra no que é o produto.

Um processo é, portanto, uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim e “inputs” e “outputs” claramente identificados: uma estrutura para a ação. Esse elemento estrutural dos processos é peça chave para a obtenção das vantagens da otimização.

"A estrutura do processo difere-se das versões mais hierárquicas e verticais da estrutura no que diz respeito à visão dinâmica da forma pela qual a organização produz valor, e por seus elementos como custos,

prazo, qualidade de produção e satisfação do cliente. A adoção de uma visão de processo significa a criação de um equilíbrio entre investimentos em produtos e em processos, com atenção para as atividades de produção, tanto no chão de fábrica como fora dele". (Davenport, 1994, p.07).

Os processos dotados de uma estrutura clara podem ter várias de suas dimensões medidas, em termos de tempo e custo de sua execução. Seus "inputs" e "outputs" podem ser avaliados em termos de utilidade, coerência, variabilidade, ausência de defeitos e numerosos outros fatores, tornando-se importantes os critérios de avaliação do valor da inovação para o estabelecimento de programas de melhoria constante.

Conforme Harrington (1993, p.135), é possível definir aquelas que são as principais características de um processo:

- a) Fluxo: são os métodos de transformar entradas em saídas; trata-se de toda a sequência de atividades do processo.
- b) Eficácia: grau com que as expectativas/necessidades tanto dos clientes internos quanto externos são atendidas. Mede a qualidade do processo.
- c) Eficiência: grau de aproveitamento dos recursos para produzir uma saída, podendo ser mensurada através da relação entre o volume de saída por unidade de entrada.

d) Tempo de Ciclo: tempo necessário para transformar uma entrada numa saída. Inclui não apenas o tempo gasto na execução do trabalho em si, como também o tempo despendido movimentando documentos, esperando, armazenando, revisando e retrabalhando.

e) Custo: dispêndio de todo o processo.

Esta definição de processo pode ser aplicada tanto aos grandes como aos pequenos processos. Entretanto, quanto maior o processo, maior o potencial de vantagens ao ser objeto de um estudo de otimização. Segundo Davenport, (1994, p.09) os processos genéricos fundamentais incluem os seguintes itens:

Nível Operacional:

- Desenvolvimento do produto;
- Aquisição do cliente;
- Identificação das exigências do cliente;
- Fabricação;
- Logística integrada e
- Gerenciamento de pedidos.

Nível Gerencial:

- Monitoração do desempenho;
- Gerenciamento das informações;
- Gerenciamento das avaliações;
- Gerenciamento de recursos humanos e

- Planejamento e alocação dos recursos.

A necessidade da melhoria global de todos os processos, e não tão somente um ou outro, é verificada dentro de um contexto funcional. A fabricação, por exemplo, vem melhorando o ciclo de tempo e a qualidade em muitos anos. Tais melhorias, porém, muitas vezes não são percebidas pelo cliente, devido à má coordenação com outras funções. Por exemplo, um produto é fabricado mais rapidamente, mas fica no depósito esperando uma verificação do crédito do cliente ou a solução de uma discrepância num pedido. A melhoria dos processos, quer seja interna ou externa, deve beneficiar imediatamente o cliente.

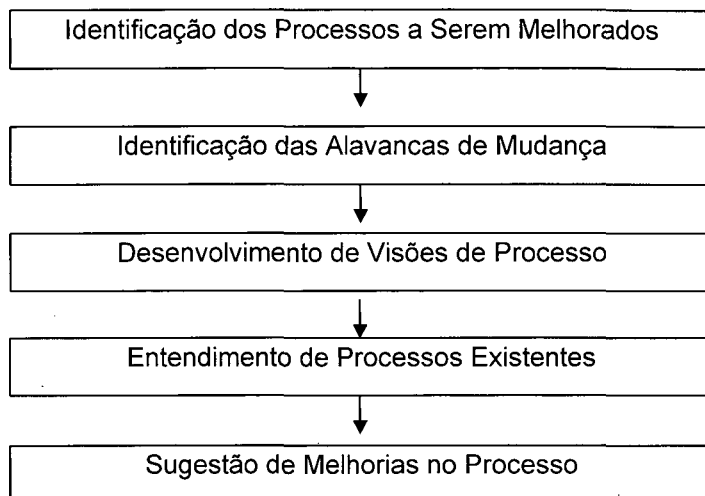
4.4.1 Gerenciamento do processo

De acordo com as situações acima mencionadas e também segundo Davenport, (1994, p.07-09) os processos genéricos devem passar por algumas considerações, no que diz respeito ao seu gerenciamento, visando possibilitar a superposição de modelos de otimização propostos sobre cenários previamente existentes, em outras palavras:

- a) Observar como o processo funciona: melhorar a forma em que o processo está estruturado; atender os requisitos em cada etapa do processo (a próxima pessoa é o cliente);
- b) Perguntar às pessoas o que você vai fornecer, o que elas querem e então entregar-lhes com a máxima qualidade possível, considerando-se os critérios do cliente;
- c) Conformidade com requisitos do cliente: identificar os seus clientes internos e externos; descobrir o que necessitam e entregar-lhes conforme suas informações;
- d) Pontos chave: observar o processo que produz o produto ou serviço; melhorar a forma em que o processo é estruturado; para que a gerência funcione bem é necessária a comunicação vertical e horizontal; consertar o processo não só o problema e fazer certo da primeira vez;
- e) Resultado: qualidade de produtos e serviços e qualidade no modo de fazer as coisas.

Adicionalmente, é importante salientar que somente o gerenciamento dos processos não basta. Ações de melhoria, determinadas pelo constante acompanhamento e conhecimento dos processos são ferramentas simples e eficazes para sua otimização de um modo abrangente. A figura abaixo, ilustra os passos básicos na identificação de possibilidades de melhorias nos processos.

Figura 8: Seqüência para identificação de possibilidades de melhorias nos processos



4.4.2 Controle de Paradas

Paradas no processo de montagem são interrupções imprevistas que implicam em uma alteração no planejamento inicial, resultando na diminuição da produtividade e aumento dos custos.

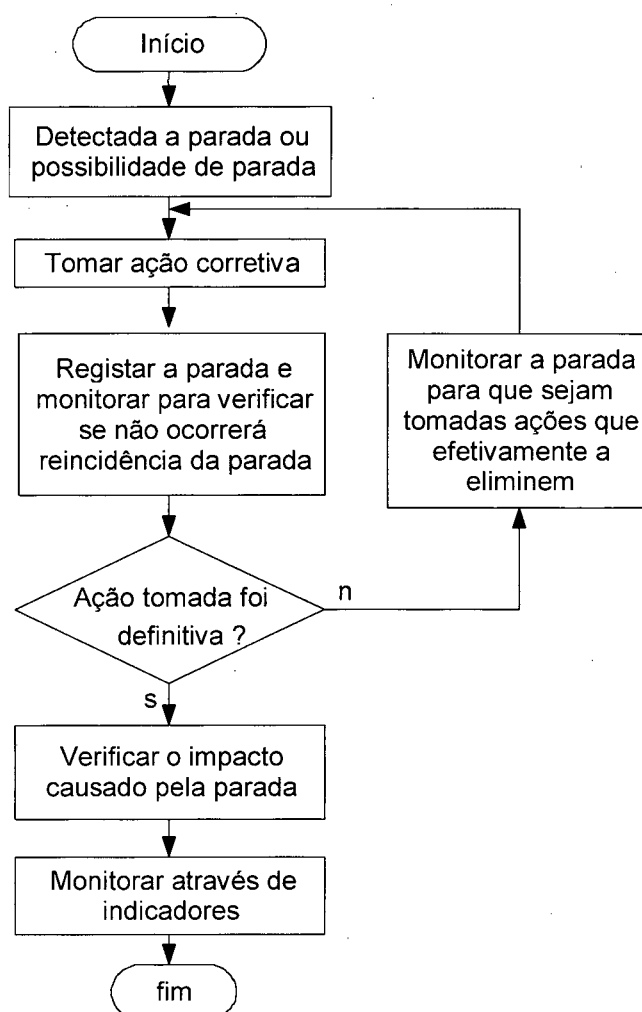
Existem diversos tipos de paradas de diferentes influências no processo de montagem. Dentre os mais usuais ocorridos na indústria automobilística, destacam-se: quebra de máquina, falta de matéria-prima, matéria-prima fora das especificações, falta de mão-de-obra, inadequação da mão-de-obra e falta de energia.

Na ocorrência de uma parada faz-se necessária a análise de suas reais origens de forma a identificar os pontos/elementos envolvidos. As principais

conseqüências das paradas são: perda da confiabilidade no processo, perda de equipamentos, geração de retrabalho, retardo no cronograma de produção e perda de matéria-prima, conforme Dutra (1995).

Os indicadores possibilitam o acompanhamento das paradas de modo a monitorar a eficácia das ações de otimização. Servem como parâmetros de comparação da evolução da produtividade. A seguir, é apresentado um fluxograma que ilustra, basicamente, os passos a serem seguidos para se efetuar o controle de paradas em uma linha de montagem final de uma indústria automobilística, visando o menor impacto possível na cadeia produtiva.

Figura 9: Fluxograma de Controle de Paradas



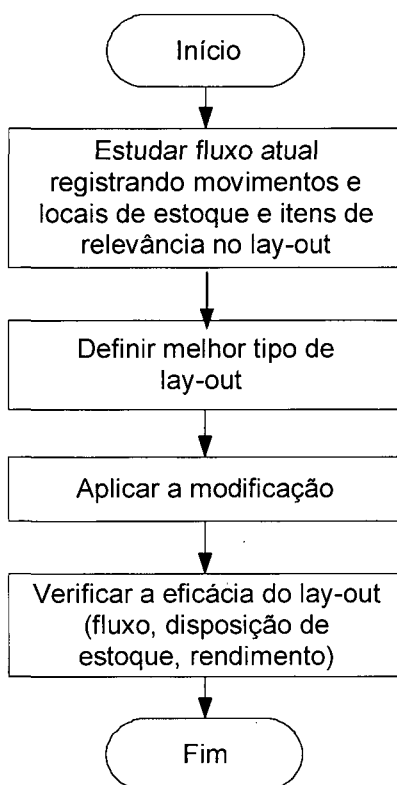
4.4.3 Lay-out

Entende-se por lay-out de uma linha de montagem como sendo a disposição ou distribuição dos equipamentos e mão-de-obra, determinando um fluxo a ser seguido na execução do processo. Existem inúmeros tipos de lay-out, variando com cada aplicação. Nos processos de montagem, os mais utilizados são: lay-out em linha, sub-linhas de montagem e lay-out em "U". Atualmente está em

voga a moderna concepção de lay-out do tipo "células de montagem", onde um mesmo operador/grupo de operadores realiza todas as etapas da respectiva montagem.

Com o objetivo de melhorar o desempenho da linha de montagem, é importante uma avaliação na distribuição dos equipamentos, das pessoas e do próprio fluxo de montagem, de forma a obter os melhores resultados e um conseqüente aumento da produtividade. A figura 10 ilustra brevemente a forma de avaliação do lay-out existente, buscando, como sempre, sua otimização.

Figura 10: Fluxograma de avaliação e definição de lay-out

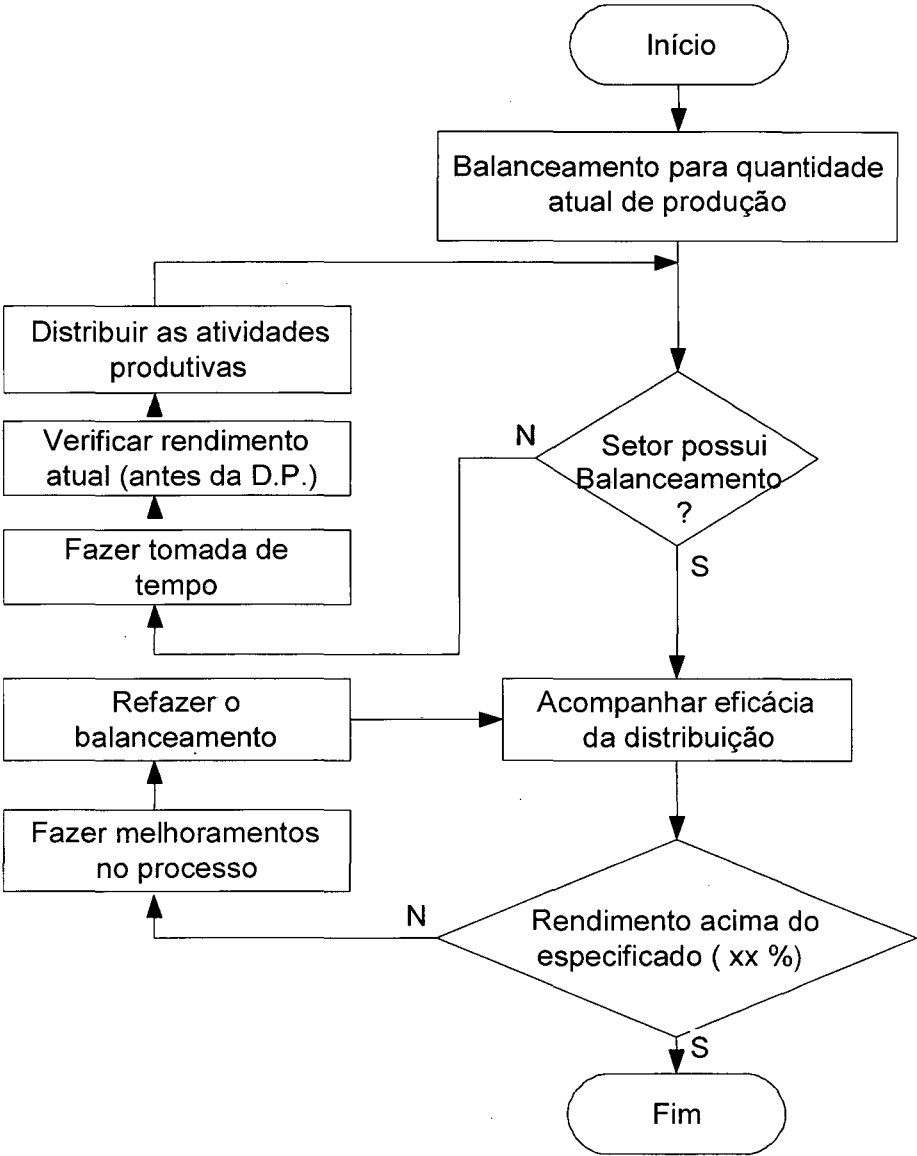


4.4.4 Distribuição Padrão

Entende-se por "distribuição padrão" a maneira pela qual a mão-de-obra é alocada fisicamente no processo de montagem final de veículos, ao longo da linha, de forma a aproveitá-la ao máximo em atividades que agreguem valor ao produto dentro do tempo disponível (tempo de tacto). Basicamente, é feito um levantamento de todos os tempos das ações envolvidas no processo, distribuindo-as entre os integrantes dos grupos de trabalho conforme o cálculo do tempo máximo disponível para a execução das atividades.

Aplica-se o conceito de distribuição padrão a todos os processos que envolvam mão-de-obra, objetivando obter a maior produtividade possível proporcionalmente à quantidade produzida, conforme figura 11.

Figura 11: Fluxograma da Distribuição Padrão



4.5 Modelo Proposto: A Execução das Análises MTM

4.5.1 Introdução

Para a execução de uma análise MTM é necessário – aplicando corretamente o sistema MTM – além do conhecimento das regras de aplicação, também uma diferenciação de procedimentos. Existem dois procedimentos para execução de uma análise MTM.

4.5.2 Análise executada

A análise executada registra uma seqüência de trabalho observada. É feita da seguinte maneira:

a) Escolha do operador adequado:

A análise deve mostrar o tempo de execução gasto por uma pessoa regularmente treinada e qualificada, que dispenda esforço normal. Esse tempo é caracterizado pela capacidade da manutenção do esforço por muito tempo. Por isso é analisada aquela seqüência de trabalho que conduz a um tempo desta natureza a qual, em seguida, será denominada de método normal.

O treinamento e a qualificação superiores à média levam tipicamente a seqüências de movimentos com um máximo de movimentos simultâneos,

combinados e mistos. Em contra-partida, treino e qualificação inferiores à média levam a movimentos em grande parte consecutivos, aumento de repegar e pequenos movimentos de correção. Ambos os casos dificultam ao analista a decisão sobre quais as correções necessárias na seqüência de trabalho observada, para descrever um método normal. Nas seqüências cíclicas, deve-se utilizar o quadro de “Movimentos Básicos Simultâneos”, contido na tabela de tempos. A determinação consciente desse método normal é importante uma vez que ele determina o tempo de execução, pois o tempo necessário para uma seqüência de trabalho depende principalmente do método de trabalho utilizado.

Os métodos normais também não são iguais no caso de operadores de qualificações idênticas e com tarefas iguais. Devem ser encarados de maneira diversa na produção individual e na produção em massa. Essa variação no tempo gasto nas mesmas tarefas na produção individual e em massa não é causada por diferentes métodos de trabalho. Fala-se aqui de níveis de método divergentes.

O nível de método é determinado principalmente pelo “grau de planejamento do trabalho” e pela prática de transferência (prática adquirida em tarefas “anteriores”). Quanto mais o planejamento do trabalho impõe uma seqüência obrigatória de movimentos, tanto menor é a freqüência das interrupções por interferência. Quanto maior for a prática de transferência, isto é, a prática “trazida” de tarefas semelhantes executadas anteriormente, menor será o

tempo requerido para a tarefa que está sendo executada. Essa prática de transferência será maior, quanto mais parecidas forem as tarefas a serem executadas. Portanto, um operador que trabalha num torno na produção em série terá uma prática de transferência mais alta do que um que trabalha no mesmo torno na ferramentaria.

O nível de método não varia unicamente entre os extremos de produção individual e produção em massa mas também nos níveis intermediários. Inclusive no mesmo local de trabalho muitas vezes poderemos observar, na mesma tarefa, um nível de método variável. Assim, por exemplo, no manejo de parafusos poderá ser observado um nível de método mais elevado do que na colocação de uma peça usada raramente, em virtude das diferentes práticas de transferências presentes. Quando mais alto for o nível de método, tanto menor será o tempo de execução de um elemento da seqüência de trabalho.

O nível de método não pode ser fixado quantitativamente. O analista defronta-se, pois, com a necessidade de sempre verificar conscienciosamente se, dentro do presente nível de método, o método normal por ele estabelecido pode realmente ser executado por uma pessoa de aptidão e prática médias.

b) Informação sobre o operador em observação:

Antes de se proceder a uma análise executada, nos casos em que o contrato de trabalho ou acordo com o empregador não especificam nada em contrário,

informa-se o empregado, seu superior e o membro do sindicato correspondente ou similar. Deve-se não só informar esse círculo de pessoas de que será executada a análise, mas também sobre sua finalidade e o modo como será executada. Isto é válido também nos casos em que os dados colhidos não se destinam à diferenciação dos salários. Neste círculo sempre deve predominar a cooperação em confiança mútua.

c) Descrição detalhada do posto de trabalho:

As informações do posto de trabalho serão anotadas. Neste nível é descrito textualmente o sistema e o(s) objeto(s) de trabalho, bem como feito um esboço (ou fotografia) do posto de trabalho, sendo também anotadas suas dimensões. A descrição do posto de trabalho é necessária para se obter uma análise reproduzível. Uma análise é reproduzível quando, baseado na sua descrição, for possível montar um posto de trabalho praticamente idêntico, sem o ter visto em sua forma original. Os esboços são necessários para documentar os casos e as extensões dos movimentos. Naturalmente, a finalidade da análise determinará o volume de dados da descrição.

d) Desdobramento da seqüência do trabalho em elementos (grupos de movimentos):

O desdobramento da seqüência em elementos é necessário para se conseguir:

- d.1) melhor visualização (leitura) da análise;
- d.2) a formação de “módulos de tempo” (também encontrados nos dados standard MTM);
- d.3) facilidade de permuta (ou modificação) de elementos no caso de alteração na seqüência de trabalho. Neste caso, não será necessário analisar novamente o processo inteiro, mas somente o respectivo elemento da seqüência.

Os elementos da seqüência são relacionados e a delimitação dos elementos da seqüência é feita de tal maneira que represente uma execução completa e forme uma unidade com um conceito definido, sendo que um elemento de seqüência típico começa com um movimento de alcançar e termina com um soltar.

- e) Descrição da seqüência observada com o auxílio dos códigos dos movimentos básicos:

A seqüência é descrita através da anotação dos movimentos básicos numa folha de análise. Isto deve ser feito desde que o processo seja observado por tempo suficiente para se guardar na memória a seqüência de tempo e espaço dos elementos do trabalho. Anotam-se então os códigos de movimento. No espaço para a descrição é explicada resumidamente a meta ou finalidade dos movimentos. Além disso anotam-se as freqüências de movimentos diferentes de um. Se um movimento for executado somente em cada quarto ciclo, sua

freqüência será avaliada em um quarto. Em contrapartida, se um movimento é executado quatro vezes consecutivas, sua freqüência recebe o valor quatro.

f) Verificação das grandezas de influência e suas manifestações:

Agora os fatores de influência (por exemplo, extensão do movimento) são agregados aos movimentos. Ao mesmo tempo são marcados os movimentos combinados e mistos. A decisão sobre movimentos combinados e mistos foi tomada na etapa e).

g) Anotação dos valores de tempo dos movimentos básicos:

Feita a anotação do código inteiro nas colunas de códigos, os valores de tempo, que poderão ser encontrados na tabela de valores de tempo, serão anotados na coluna TMU da folha de análise, levando em consideração sua freqüência.

h) Determinar os tempos para os elementos da seqüência que não podem ser analisados pelo método MTM:

Elementos da seqüência que não podem ser influenciados pelo operador, ou influenciados só parcialmente, não podem ser analisados pelo método MTM. Estes são em geral determinados pela medição do tempo ou, no caso de

elementos não influenciáveis (os assim chamados tempos de processo), pelo cálculo de tempo. A análise é então completada com esses dados.

i) Soma dos tempos individuais ao tempo da seqüência:

Os valores de tempo dos movimentos (tempos dos movimentos básicos) serão somados para formar o tempo de cada seqüência e transferidos para a folha de resumo. A soma dos tempos de todos os elementos da seqüência resulta no tempo de execução para o método analisado, isto é o tempo de seqüência. Trata-se aqui de um tempo básico, ao qual deverão ser somados ainda os respectivos tempos de distribuição e os eventuais tempos de descanso, antes de ser usado como tempo padrão.

4.5.3 Análise planejada

Análise planejada é a montagem de uma análise pela imaginação ou imitação (simulação) da seqüência de movimentos pelo analista. Isto se torna necessário sempre que a análise tenha que ser feita sem a existência concreta do processo, como nos casos de planejamento de novos produtos ou novas funções. Também na organização de dados padrão de MTM e em processos de trabalho não cíclicos usa-se a técnica da análise planejada.

Por esta descrição dos procedimentos fica claro que a diferença entre análise planejada e a executada reside somente no modo de obtenção das

informações. Na análise executada descreve-se o sistema de trabalho observado. Na análise planejada um sistema de trabalho não passível de observação, ou mesmo inexistente, é descrito pela idealização do analista. Desta forma eliminam-se as etapas a) e b) da análise executada. O procedimento formal restante é igual para ambos os tipos de análise.

Na análise planejada a descrição das condições de trabalho tem que ser feita com maior exatidão do que na executada, pois os casos de movimentos que, por exemplo na executada, podem ser observados, serão determinados na análise planejada por meio de suposição.

Invariavelmente, numa linha de montagem de uma indústria automobilística, no tocante à área de acabamentos e testes finais, as seqüências de trabalho são muito dinâmicas, principalmente pelo fato da grande concentração de atividades realizadas manualmente, o que dificulta registros e experiências históricas, fazendo com que cada seqüência seja idealizada pelos analistas, antes de sua implementação. O quadro abaixo ilustra a principal diferença entre as seqüências executada e planejada.

Quadro 7: Seqüência e Condições de Trabalho

Análise executada	Análise planejada
A seqüência existe e suas condições de trabalho são registradas	A seqüência é imaginada e as condições de trabalho são planejadas

4.5.4 Diagnóstico

No momento em que percebe-se a necessidade de uma otimização de determinado processo da montagem final, o correto diagnóstico da realidade apresentada é fundamental para que a aplicação das ferramentas utilizadas para a otimização tenha bons resultados. Ou seja, dentre as inúmeras variáveis envolvidas no objeto de estudo, deve-se focar aquelas de maior representatividade. Este diagnóstico deve contemplar, ao menos, os seguintes pontos de análise:

- a) ONDE é possível atuar para obter resultados?
- b) QUEM está envolvido neste processo?
- c) QUAIS ferramentas serão utilizadas para otimizar?
- d) COMO atingir a meta de otimização definida?
- e) QUAIS as conseqüências no processo de montagem como um todo?
- f) A partir de QUANDO (prazo) os resultados da otimização serão percebidos?

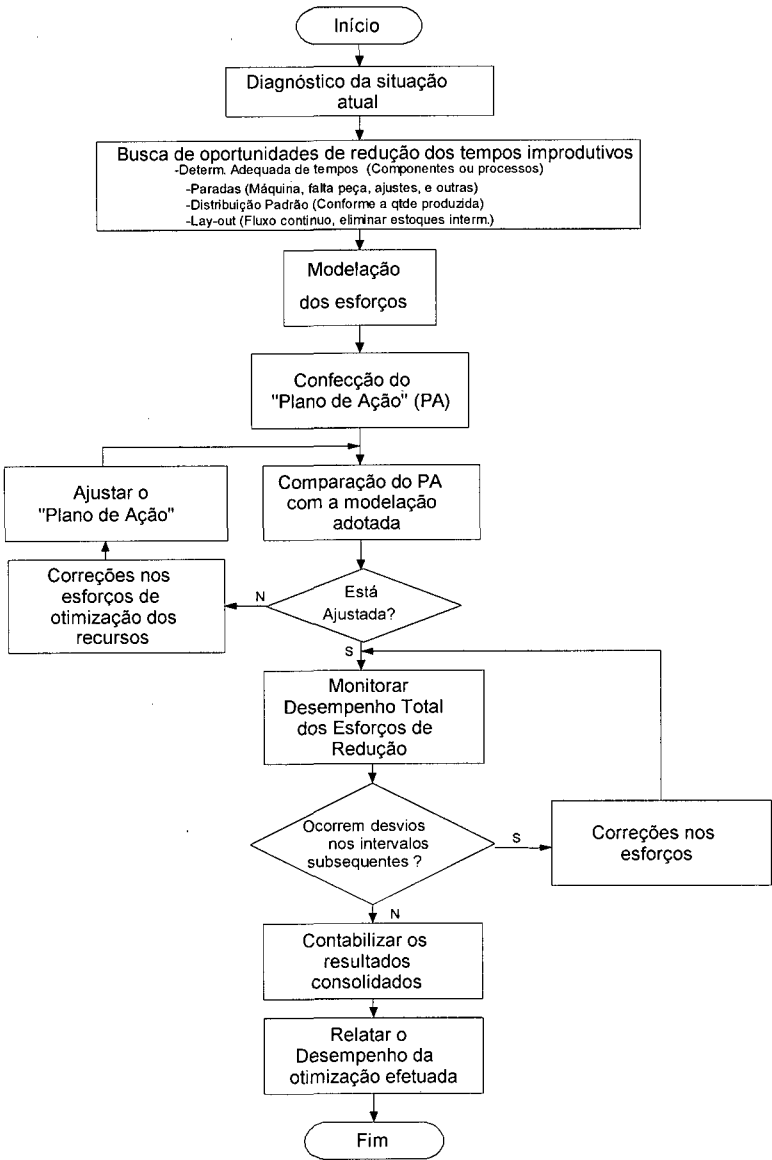
Obtendo-se estas respostas, tem-se condições de aplicar o modelo de otimização de recursos a ser apresentado a seguir.

4.5.5 Apresentação do modelo

O modelo apresentado a seguir tem como finalidade localizar, acompanhar e monitorar os processos envolvidos na linha de montagem final de uma indústria

automobilística, porção de acabamentos e testes finais a fim de atingir a otimização dos recursos (aqui, especificamente, do tempos de produção). A figura abaixo, através do fluxograma, ilustra o modelo proposto:

Figura 12: Fluxograma para otimização de recursos



O modelo apresentado baseia-se na simples teoria da otimização escalonada, onde cada variável ou componente tem relevância na obtenção final dos valores alocados às atividades e, conseqüentemente, aos produtos finais. Como matéria dessa dissertação, as variáveis e componentes acima citados convergem para aquelas cujos tempos de produção ou de sua realização (nos casos de sub-montagens ou pré-montagens) são passíveis de influências dos analistas e gestores dos processos, sejam eles totais ou intermediários. Segue um breve detalhamento de cada passo do modelo proposto, bem como a grande necessidade de referenciá-lo às formas de tais gestores e analistas considerarem os estados de suas equipes para que o resultado obtido de tal otimização contemple, agora, uma variável até então pouco considerada, ou seja, a instabilidade das respostas dos funcionários aos modelos e regras rígida e pragmaticamente determinadas:

- a) Diagnóstico: enfoque das variáveis de maior representatividade no processo;
- b) Busca de oportunidades de otimização: levantamento das áreas de atuação;
- c) Modelação dos esforços: verificação de prioridade e potencialidade das áreas de atuação;
- d) Confecção do plano de ação: planejamento da estratégia a ser utilizada;
- e) Comparação do plano de ação com a modelação adotada;
- f) Correções dos esforços: modifica a modelação dos esforços previamente adotada.

- g) Monitoração do desempenho total dos esforços de otimização: verifica a evolução dos esforços a fim de observar sua eficácia e convergência à meta.
- h) Correções dos esforços.
- i) Contabilização dos resultados consolidados: análise dos resultados alcançados.
- j) Relatório de desempenho: divulgação dos resultados.

Adicionalmente à parte operacional e instrumental do modelo proposto, há que se considerar que, conforme vem sido descrito nesta dissertação, um percentual enorme dos referidos recursos está alocado nas pessoas, ou seja, nos recursos humanos. Por isso, dependendo do grau de maturação dos funcionários, entram em prática quatro estilos de liderança para se fazer praticar o modelo proposto. Faz-se, portanto, necessário definir os “Estilos de Liderança”:

- a) S1 (instruir, impor planos, dirigir) : durante a fase de formação, os funcionários no grupo estão altamente motivados, mas sabem pouco sobre o trabalho em grupo. Consequência: necessitam muito de liderança.
- b) S2 (convencer, treinar, explicar): Na fase combativa os funcionários estão insatisfeitos devido à dependência dos superiores, à frustração quanto às metas, à delegação de tarefas e às medidas tomadas, gerando lutas pela

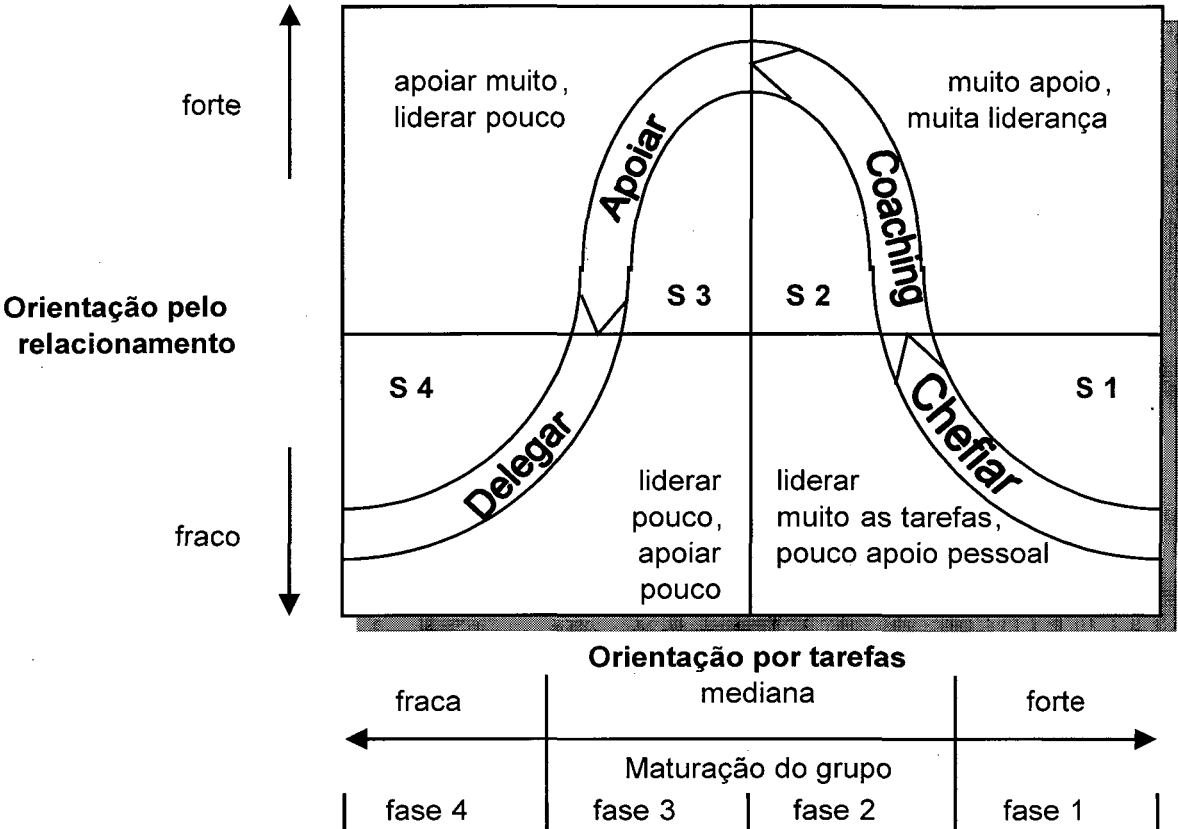
influência e pelo poder. Conseqüência: o grupo necessita de muita liderança e de muito apoio.

c) S3 (aconselhar, apoiar, “ajudar ao auto-socorro”) : Na fase normativa todos conhecem sua posição dentro do grupo e a autoconfiança do grupo aumenta. Conseqüência: liderança não é tão necessária, contudo ainda é necessário dar apoio.

d) S4 (dar e exigir lugar de jogo, mais responsabilidade) : Na fase produtiva o grupo já aproveita de todas as oportunidades e se qualifica entre si. A moral é boa. Conseqüência: a orientação das tarefas e as interdependências são agora da competência do grupo. O chefe controla os indicadores de produtividade e só dá apoio se for necessário.

A seguir, é apresentada uma figura que ilustra as fases dos grupos de funcionários que deverão ser consideradas pelas lideranças para que o modelo de otimização dos tempos de produção não se resumam a, simplesmente, fórmulas, programas e rotinas pré-determinadas de cálculos para atribuição de tempos às atividades de produção.

Figura 13: Relação entre as fases do grupo e a atuação da liderança na busca dos objetivos



Fonte: Adaptado do Manual BPS (Sistema de Produção BUC-Montagem, 2000)

Finalmente, ao apresentar as formas para uma otimização do recurso tempo numa linha de montagem, fazem-se necessárias algumas considerações e conclusões, as quais serão relacionadas no próximo capítulo.

5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Considerações

As empresas de manufatura, em geral, trabalham com poucos recursos e por isso há uma grande preocupação em utilizar ao máximo estes recursos, de forma a assegurar o atendimento dos pedidos em datas previstas ao menor custo. Nesta questão, a integração entre o dimensionamento matemático ou acadêmico e o prático ou social dos tempos envolvidos nos processos aparece com um importante papel, o de facilitar e possibilitar a máxima utilização dos recursos sem nenhuma perda destes, como seria no caso de atribuir coeficientes de correção e variáveis de comportamento humano na utilização do modelo.

O sistema básico MTM é usado atualmente, principalmente, para o planejamento do trabalho e, em geral, somente na produção em séries elevadas e em massa, para determinar o tempo padrão.

Além disso, é explicada somente a determinação do tempo para elementos influenciáveis (manuais) da seqüência de trabalho, que pode ser feita com o auxílio do método MTM e é explicada também a determinação dos tempos para elementos da seqüência que não podem ser analisados pelo método MTM (elementos não influenciáveis ou parcialmente influenciáveis pelo homem: são os chamados tempos de processo).

Estudando as características e aplicabilidade do procedimento MTM, foi possível notar algumas vantagens de sua utilização em relação a outros sistemas de estudo de tempos como, por exemplo, os métodos de trabalho e tempos de execução podem ser determinados detalhadamente antes do início do trabalho. Isto também é válido para tarefas a serem executadas pela primeira vez.

O MTM obriga o usuário a fixar detalhadamente o método de trabalho antes da determinação do tempo. Na consideração crítica do método desenvolvido, ele pode, ainda no estágio de planejamento, determinar o melhor método sob dadas circunstâncias e disso resulta o princípio do planejamento evolutivo com auxílio do procedimento MTM: em lugar da redução de custos através da modificação posterior da estrutura de trabalho previne-se a elevação dos custos através de planejamento evolutivo antecipado.

Além disso, a codificação dos elementos de movimento leva a uma descrição da seqüência de trabalho reproduzível, internacionalmente uniforme, o que é importante principalmente para a determinação de tempos planejados. Da mesma maneira, através da eliminação da avaliação do grau de rendimento, ocorre a garantia de um nível uniforme dos tempos obtidos em maior escala do que na pesquisa de tempo com auxílio do estudo de tempos e a determinação de tempos planejados deixa de existir, como ocorre na pesquisa de tempo com auxílio de estudos de tempo.

Na realização de cálculos de grandeza de influência, já que os valores de tempos padrão MTM estão representados na dependência de grandezas de influência, a instrução aos colaboradores pode ocorrer desde o início, de acordo com as análises MTM que reproduzem o método planejado.

Deste modo, os tempos de aprendizagem são reduzidos ao mínimo necessário e a utilização do sistema MTM para o estabelecimento de tempos, para, no caso de reclamações devido à diferenciação salarial em função da produtividade nos sistema de pagamento por tarefa, permite uma abordagem mais objetiva do problema (independente do subjetivo grau de rendimento).

A maior contribuição desta dissertação é seu aspecto referencial. Muitas empresas de manufatura, por acreditarem nas vantagens que podem ser obtidas com a colocação em prática do correto estudo dos tempos de produção, investem muitos recursos na sua implantação, principalmente, nos processos chaves. Os estudos de tempos convencionais podem ser implementadas nas indústrias sem que seja necessário um conhecimento fisiológico profundo e sim um domínio das variáveis sociais do ambiente. Esse argumento possivelmente é o mais favorável à implantação desse modelo. No entanto, boa parte dessas empresas encontram dificuldades para obtenção dos resultados desejados. A solução destas dificuldades pode (ou deve) invariavelmente passar pela pesquisa e estudo dos diversos fatores relacionados a implantação. Contudo, a maior parte da literatura específica

trata apenas das questões técnicas relativas ao estudo dos tempos, sem levar em consideração as relativas à componente comportamental.

Neste contexto, o texto apresentado ao longo desta dissertação pode servir como referência às empresas que encontram dificuldade em implantar e praticar o estudo dos tempos dentro dos processos. Entretanto, o fato de haver diversas variáveis envolvidas permite concluir que essa proposta de implantação não pretende ser completa e extensiva a cobrir todas as possíveis dificuldades encontradas.

E qual seria o melhor roteiro para amenizar, ou até mesmo eliminar, estas dificuldades? A resposta a esta pergunta foi justamente o foco central do trabalho. Acima de tudo, o sucesso ou insucesso da determinação adequada dos tempos para execução das tarefas nos processos, além dos fatores técnicos envolvidos, está intrinsecamente ligado aos aspectos culturais de cada organização. Neste sentido, não existe uma fórmula perfeita que possa garantir a toda e qualquer organização uma implantação adequada. Não existem atalhos ou soluções pré-formuladas.

Logo, o simples desejo de considerar as variáveis sócio-comportamentais não garantirá a obtenção dos resultados desejados. É necessário acima de tudo considerar as múltiplas variáveis relativas a esta implantação. Portanto, pode-se afirmar que o principal motivo que leva muitas empresas a encontrarem dificuldades é o fato de não ser levada em consideração esta diversidade de

aspectos, tanto técnicos quanto comportamentais, que podem estar envolvidos tanto com a implantação quanto com a prática desta ferramenta.

Essas particularidades da cultura de cada organização, aliadas a velocidade com que as mudanças ocorrem nos dias atuais, conduziram a elaboração de uma proposta em formas de diretrizes que, a princípio, podem direcionar a implantação do estudo de tempos em qualquer organização de manufatura. A proposta possui, sob o ponto de vista didático, uma seqüência metodológica. Na prática algumas etapas podem ser suprimidas ou novas etapas podem ser criadas em acordo com as particularidades de cada organização. A adaptação é essencial. Sob este enfoque dois pressupostos básicos devem ser considerados:

- a) qualidade é um modo de pensar na organização: o ambiente para implantação do estudo de tempos deve ser um ambiente em que a qualidade seja parte integrante dos valores e da rotina da organização, isto é, um ambiente em que comportamento organizacional seja realmente condicionado pelo pensamento em qualidade. Em uma empresa em que a qualidade é dita apenas cosmética, isto é, onde o comportamento organizacional é representado por atitudes não focadas em qualidade, o estudo de tempos não deve ser implantado. Um diagnóstico preliminar realizado para verificar o comportamento organizacional frente ao aspecto qualidade pode evitar desperdícios futuros.
- b) a implantação deve ser considerada um processo de mudança organizacional: a implantação do estudo de tempos é muito mais do que a

introdução de novas ferramentas de melhoria de processos. A rotina de atividades das funções, as atitudes e crenças das organizações são objetos de mudança. Desta forma, a implantação deve ser planejada como um processo de mudança organizacional e cultural.

5.2 Recomendações

A questão fundamental que motiva a implantação do estudo de tempos é a tese de que é necessário que as estratégias empresariais sejam orientadas ao cliente e advindas dos colaboradores para que uma organização sobreviva em um mercado competitivo. Em outras palavras, todas as ações devem ser direcionadas para a melhoria da qualidade do produto e dos serviços oferecidos pela organização. Considerando que o aumento do lucro de uma organização que se dispõe a praticar o estudo dos tempos é uma das conseqüências decorrentes da redução da variável técnica, não foi encontrado nenhum estudo, dentro das referências bibliográficas consultadas para realização desta dissertação, que demonstre a relação direta entre o aumento da competitividade e a prática efetiva do estudo de tempos.

Ainda tratando-se dos objetivos e resultados, é importante considerar o estudo dos tempos como uma estratégia, isto é, como uma atividade meio que conduz ao alcance de alguns resultados significativos para uma organização. O objetivo maior deve ser a redução da variabilidade dos tempos dedicados a

mesma atividade e não à implantação de fórmulas engessadas. E esta é a abordagem real e concreta que deve direcionar a implantação do estudo de tempos.

Nesse sentido, a redução da subjetividade exige estudo, inovação e desenvolvimento que, geralmente, acarretam mudanças no produto e no processo. O sistema a ser desenvolvido para garantir que essas ações sejam implementadas e efetivadas a contento, geralmente, acarretam mudanças na postura e atribuições dos que terão a responsabilidade pela melhoria dos processos. Essas mudanças são tratadas como organizacionais, e como tais devem ter um plano de implementação que minimize eventuais resistências particulares de toda mudança organizacional.

Adicionalmente, o sistema de estudo de tempos deve ser entendido como integrante de um sistema maior, isto é, não tem sentido isoladamente. Entendê-lo como subsistema permite concluir que a manutenção da estabilidade do processo depende da padronização das tarefas operacionais. A repetibilidade das atividades operacionais no processo é fundamental para manter dentro de valores adequados a parcela da variação devido a mão-de-obra e que a redução da variabilidade não é obtida apenas com este estudo.

Aspectos econômicos, principalmente, devem ser considerados na implantação do estudo de tempos. Custos de ajuste, custos de mão-de-obra envolvida e custos de eventual uso de tecnologias de informação são alguns exemplos de

fatores a serem considerados. Muitas vezes é melhor investir diretamente em outros sistemas ou modelos de estudo ou de controle ou sobre o processo ainda na fase de desenvolvimento.

Finalmente, uma última observação é decorrente do elevado número de variáveis que circundam a implantação do estudo de tempos: o custo de aprendizagem. Como toda e qualquer estratégia que envolve diversas variáveis, esta também exige um tempo para que seja dominado e aplicado adequadamente. Logo, as dificuldades iniciais encontradas não devem ser traduzidas como fracasso ou serem atribuídas à uma suposta ineficiência da ferramenta.

Até o momento as preocupações que motivaram os planejadores, em sua maioria, se restringiram basicamente a enfoques na produção da técnica, poucos foram os que buscaram em suas investigações a produção do conhecimento, visualizando seu processo de reflexão, consciência e identidade com o ser humano.

Para cada capítulo finalizado desta dissertação, existem várias outras possibilidades a se pesquisar. Neste sentido, muita busca deverá ser feita, ainda, para que realmente possamos compreender, os impactos do desenvolvimento tecnológico no homem, o fim dos tempos alocados através de técnicas meramente objetivas.

Os resultados do presente estudo sugerem algumas recomendações para possíveis trabalhos neste campo de investigação:

- Ampliar a análise dos impactos do desenvolvimento tecnológico no comportamento humano;
- Aprofundar a reflexão sobre tecnologia e o fim dos empregos de montagens repetitivas;
- Especificar as possibilidades de atuação do planejador frente às novas relações de trabalho, processo e produção;
- Realizar estudos na prática, no cotidiano profissional, da necessidade do planejador exercer o papel de re-orientador nas relações entre empresários e trabalhadores e, entre outras,
- Elaborar instrumentos quanti-qualitativos para avaliar ganhos e perdas, econômicas e humanas, de empresários e trabalhadores com o uso das atuais políticas de alocação das atividades.

5.2.1 Limitações do trabalho e dificuldades encontradas

Se de um lado a carência de literatura específica, que trata dos aspectos de implantação do estudo de tempos, é o fator positivo à contribuição desta dissertação, por outro foi um dos maiores obstáculos para realização deste trabalho. A maior parte da literatura disponível é direcionada às questões técnicas acerca do sistema.

Uma limitação do trabalho é o fato da metodologia proposta não ter sido integralmente aplicada em uma organização. Muitas outras variáveis que afetam a implantação do estudo de tempos poderiam ser observadas, razão esta, que possivelmente enriqueceria o trabalho em termos de conteúdo. Logo, a metodologia apresentada não passa de uma proposta que foi parcialmente experimentada.

O número de empresas consultadas para obtenção das observações práticas tem representatividade. No entanto, sob o ponto de vista da validade da pesquisa, a avaliação qualitativa realizada permitiu concluir acerca de diversos aspectos que não são freqüentemente encontrados na literatura, mas que somente podem ser observados através da prática do método.

5.2.2 Sugestões para trabalhos futuros

Implantar e verificar a validade prática da metodologia proposta. Muito possivelmente esse seja, para o autor dessa dissertação, o desafio mais tentador sob o ponto de vista da validade da pesquisa. Apesar da metodologia ser baseada, na sua essência, em aspectos práticos, além do que muitos dos passos são conhecidos e testados, é de se esperar que após uma implantação completa de toda a metodologia que novas abordagens sejam observadas. Esta possível hipótese baseia-se na tese de que toda metodologia possui suas imperfeições e necessita ser constantemente melhorada, apesar do esforço despendido durante a formulação da mesma.

Sob o ponto de vista do estudo de avaliação de capacidade de processos, enquanto alguns autores vêm com bons olhos a utilização de índices para avaliação da capacidade de processos, outros têm questionado a validade desses em função das restrições práticas e de ordem técnica acerca do tema. Neste sentido, poderia ser desenvolvido um trabalho que avaliasse a utilização desses índices sob o ponto de vista prático. Muitos artigos científicos da área têm se preocupado, novamente, apenas com a questão técnica. Logo, uma análise prática sobre os métodos existentes, e até mesmo a criação de uma variação do método de se incluir a variável sócio-comportamental no dimensionamento dos tempos dos processos, seria de extrema importância para aplicações industriais.

Finalmente, sabe-se que o estudo de tempos em outros tipos de organização que não de manufatura têm sido recentemente apresentado por alguns autores, com um grande potencial de sucesso. Como as variáveis que circundam estas áreas são relativamente diferentes das de manufatura, o estudo e aplicação de uma metodologia específica para áreas não convencionais também poderia constituir um adequado tema para desenvolvimento de uma pesquisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, Roberto dos Reis. "Takt-time": conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. Grupo de Produção Integrada, UFRJ, ed. UFRJ, 2000.
- BOCK, A.M.B et all. Instituições, grupos sociais, socialização e identidade. In: Psicologias. 7 ed., São Paulo: Saraiva, 1995.
- CAPRA, Fritjot, O Ponto de Mutação, Editora Cultrix, 20a Edição, São Paulo, 1997.
- CARDOSO, Olga Regina. "Sistemas de Produção", Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina, 1989.
- CHANLAT, Jean-François. O Indivíduo na Organização: Dimensões Esquecidas. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORREA, H. L., GIANESI, I. G. "Just-in-Time, MRP-II e OPT, um Enfoque Estratégico". Editora Atlas S. A., São Paulo, 1993.
- DAVENPORT, Thomas H. Reengenharia de Processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.
- DIN-33400 – Pré-norma da Indústria Alemã, Conceitos de Meios de Produção.
- DUTRA, René Gomes. Custos: uma abordagem prática. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- GAUTHIER, Fernando Álvaro Ostuni, "Programação da Produção: uma abordagem utilizando Algoritmos Genéticos ". Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Tese Doutorado - 130f. - Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.
- GIANESI, Irineu G. N., CORRÊA, Henrique Luiz. Administração Estratégica de Produção. São Paulo: Atlas, 1993.
- GRAVES, Stephen C. "A Review of Production Scheduling". Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts March 1981.
- HARDING, H. A.. "Administração da Produção". Ed. Atlas. 1974, 1ª edição. 207 pp.
- HARRINGTON, H. James. Aperfeiçoando Processos Empresariais: estratégia revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade. São Paulo: Makron Books, 1993.

- LIMA, Valdomiro P. Jr. "Sistema de Produção BUC-Montagem, Manual BPS". VW São José dos Pinhais, 2000.
- LÓPEZ VACA, Oscar Ciro, CURY, Ricardo M. "Gestão de Sistemas de Produção". Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- LOWRY, S. M., MAYNARD, H. B., STEGEMERTEN, G. J. "Motion and Time Study", McGraw-Hill, Nova Iorque, 1940.
- MACHLINE, Claude, SÁ MOTTA, Ivan, SCHOEPS, Wolfgang, WEIL, Kurt E.. "Manual de Administração da Produção vol. 2". Ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 4ª edição, 1977. 569 pp
- MAYER, Raymond R.. "Administração da Produção". Ed. Atlas S. A., 1984. 1ª edição. 719 pp.
- MAYNARD, H. B., STEGEMERTEN, G. J., SCHWAB, J. L. "Methods Time Measurement". Ed. McGraw-Hill Book Company, Nova Iorque, 1948.
- MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, IMAM 1984.
- MONKS, Joseph G.. "Administração da Produção". Ed. McGraw-Hill, São Paulo, 1985. 501 pp.
- RAPHAEL, D. L., CLAPPER, G. C. "A study of simultaneous Motions". MTM Association for Research and Standards, Pittsburgh, 1952.
- ROBBINS, Stephen Paul. "Administração: mudanças e perspectivas". Ed. Saraiva, São Paulo 2000, 1ª edição.
- VERLAG, Carl Hanser. "Verband für Arbeits Studien, Band 1 bis 6: Grundlagen, Datenermittlung, Arbeitsgestaltung, Anforderungsermittlung, Lohndifferenzierung und Arbeitsunterweisung". Editora Refa – EV, Munique, 1976.
- WALTER, C. "Um Algoritmo e uma Heurística para a Programação da Produção em Sistema de Manufatura" XXII Congresso Nacional de Informática, 1989 SUCESU São Paulo pp 729-733.
- ZACCARELLI, Sérgio Baptista. Programação e Controle da Produção. São Paulo: Pioneira, 1987.